

---

## CUADERNO 1 –ELECCIÓN DE LA CIFRA DE MÉRITO Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS FAVORABLE

---



## Petrolero de Productos 55000 TPM

LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

Proyecto nº 14-102

TUTOR: RAÚL VILLA CARO

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1. RPA .....	4
2. Introducción. ....	5
3. Estimación de las dimensiones principales. ....	7
3.1. Mediante formulación. ....	7
3.2. Mediante regresiones. ....	7
3.2.1. Representación de LOA en función del Vol. Carga <sup>1/3</sup> .....	8
3.2.2. Representación de la Lpp frente al Vol. Carga <sup>1/3</sup> .....	8
3.2.3. Manga. ....	10
3.2.4. Representación T frente a Vol. Carga <sup>1/3</sup> .....	10
3.2.5. Representación D en función del Vol. Carga <sup>1/3</sup> .....	12
3.2.6. Relación LBT en función de Cb .....	13
3.2.7. Desplazamiento.....	15
3.2.8. Peso en Rosca.....	15
3.2.9. Número cúbico.....	16
3.3. Resumen de las dimensiones. ....	17
4. Generación de alternativas. ....	18
5. Restricciones. ....	18
5.1. Limitaciones de las relaciones entre las dimensiones. ....	18
5.2. Limitación del número cúbico.....	19
5.3. Limitación del francobordo. ....	19
5.4. Limitación entre el peso muerto.....	20
5.4.1 Desplazamiento:.....	20
5.4.2. Peso en rosca: .....	21
6. Cifra de mérito. ....	23
6.1. Coste de construcción.....	23
6.1.1. Coste de mano de obra, CMo: .....	24
6.1.2. Coste de los equipos, CEq y su montaje, CmE: .....	25
6.1.3. Costes variables del astillero, CVa.....	26
7. Cálculo de algunos parámetros adicionales.....	28
7.1. Coeficiente de la sección media.....	28
7.2. Coeficiente prismático. ....	28
7.3. Coeficiente de la flotación. ....	28
7.4. Posición longitudinal del centro de carena.....	29

7.5. Longitud del cuerpo cilíndrico.....	30
7.6. Semiángulo de entrada de la flotación. ....	30
8. Estimación de la potencia propulsora.....	31
9. Estudio preliminar de pesos.....	37
9.1. Peso en rosca. ....	37
9.2. Peso muerto.....	37
9.2.1. Carga útil. ....	37
9.2.2. Consumos.....	38
9.2.3. Tripulación y pasaje.....	39
9.2.4. Pertrechos. ....	39
10. Comprobación del Francobordo. ....	40
10.1. Francobordo tabular. ....	40
10.2. Corrección por eslora menor de 100 metros.....	41
10.3. Corrección por coeficiente de bloque.....	41
10.4. Corrección por puntal. ....	41
10.5. Corrección por superestructuras. ....	41
10.6. Corrección por arrufo.....	42
11. Dimensiones finales. ....	43
12. Croquis de la disposición general.....	43
13. Bibliografía. ....	45

## 1. RPA



### GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL

#### TRABAJO FIN DE GRADO

*CURSO 2.013-2014*

#### **PROYECTO NÚMERO 14-102**

**TIPO DE BUQUE:** PETROLERO DE PRODUCTOS

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DET NORSKE VERITAS. SOLAS. MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 55.000 T.P.M. Derivados del petróleo con densidad máxima 0,86 g/ml.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15 nudos en condiciones de servicio. 85 % MCR+ 15% de margen de mar. 9.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Bombas de carga y descarga en los tanques de carga. Calefacción en tanques de carga.

**PROPULSIÓN:** Motor diesel directamente acoplado

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 20 Personas en camarotes individuales.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, Setiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA



## **2. INTRODUCCIÓN.**

Para definir las dimensiones de partida de un buque que cumpla con los Requerimientos Previstos de Actividad (RPA) y sobre las que hacer el estudio de la cifra de mérito nos basaremos en herramientas estadísticas, para lo que necesitamos una base de datos de buques que verifiquen unos RPA similares a los del nuestro, a partir de los cuales podamos obtener los valores que con mayor probabilidad definirán finalmente nuestro buque.

Con objeto de centrar lo máximo posible al buque buscado, los buques elegidos para la base de datos serán lo más próximo posible a nuestro buque, tanto capacidad de carga como en construcción reciente, ya que las exigencias del convenio MARPOL afectan enormemente en el dimensionamiento.

Se comenzará el proyecto del presente buque realizando un dimensionamiento preliminar. La base de datos se ha confeccionado con petroleros de productos entre 40.000 y 70.000 TPM. Con estos datos y mediante un análisis de regresión lineal obtendremos los valores aproximados de las principales dimensiones del buque.

En la Tabla 2.1. se muestra la base de datos de buques construidos con los parámetros considerados de mayor importancia. Las cifras han sido obtenidas de varias fuentes: publicaciones diversas de la revista “Significant Ship” y de las navieras donde fueron construidos los buques, donde se presentan los informes en el Anexo I.

	Año	TPM	LOA	Lpp	B	D	T	△	PR	Knots	Capacidad de carga (m3)	SSCC	Fuente
<b>Gulf Baynunah</b>	2008	46500	183,22	174,00	32,20	18,80	12,20	-	-	14,80	53899	LRS	Significant Ships
<b>Celso Furtado</b>	2011	48531	182,85	174,00	32,20	18,60	12,80	-	-	14,80	54845	LRS	Significant Ships
<b>Nord Stability</b>	2012	50900	183,00	173,90	32,20	19,80	13,15	61345	10445	14,50	54000	DNV	Significant Ships
<b>Elektra</b>	2012	52422,8	183,20	176,00	32,23	18,20	13,00	64396,2	11973,4	-	56360	DNV	Tomasos Brothers INC
<b>Ance</b>	2006	52622	195,16	187,30	32,20	17,80	12,50	-	-	15,00	58691	DNV	Croatian Shipbuilding
<b>Zaurak Star</b>	2006	49000	200,00	191,00	32,20	18,00	11,70	60410,4	11410,4	15,00	56445,7	LRS	LTD OKPO Korea
<b>Western Baltic</b>	2005	53000	186,41	177,00	32,20	18,50	13,00	-	-	15,50	55200	LRS	Significant Ships
<b>Dan Sabiá</b>	2012	59317	207,00	196,00	32,20	19,50	13,50	73656,8	14321,3	14,15	62935,2	DNV	Lauritzen Offshore
<b>MT Larvik</b>	2006	61213	213,35	206,60	32,26	18,50	12,30	-	-	-	70179	LRS	Bergshav Management
<b>Ace Base</b>	2008	63605	228,00	219,00	32,20	19,10	12,50	76493	12888	15,00	73251,4	DNV	Torgachkin
<b>Al Salam II</b>	2007	69789	228,00	219,00	32,20	19,00	13,80	84192	14403	15,00	83564	DNV	Kuwait oil Tanker Company

Tabla 2.1.- Base de datos

### 3. ESTIMACIÓN DE LAS DIMENSIONES PRINCIPALES.

#### 3.1. Mediante formulación.

Es posible obtener una primera aproximación de las dimensiones básicas utilizando las fórmulas correspondientes al capítulo de petroleros de productos del “Proyecto básico del buque mercante”, referencia [1].

$$L_{pp} = 183,4 - \frac{516345,7}{V_T} + \frac{10^9}{V_T^2} = 175,57 \text{ m}$$

$$B = 15,6 + 0,00025 * V_T + 1,116 * 10^{-9} * V_T^2 = 36,15 \text{ m}$$

$$D = \exp \left[ -0,534 - \frac{631}{V_T} + 0,316 * \ln(V_T) \right] = 12,78 \text{ m}$$

$$T = \exp \left[ -0,578 - \frac{348,7}{V_T} + 0,283 * \ln(V_T) \right] = 19,16 \text{ m}$$

Siendo:

$$V_T: \text{volumen de los tanques de carga en } m^3 = 63953,5 \text{ m}^3$$

#### 3.2. Mediante regresiones.

Teniendo en cuenta que los datos de proyecto en cuanto a dimensionamiento son el peso muerto (55000 TPM) y la densidad de carga (0,86 kg/m<sup>3</sup>), se ha optado por obtener unas leyes de regresión lineal que relacione la capacidad de carga elevada a 1/3 con las dimensiones básicas que estamos buscando.

Aparte se incluyen regresiones de relaciones adimensionales, estas gráficas acotarán los valores máximos y mínimos permitidos para cada dimensión, lo que tendrá utilidad a la hora de generar los distintos buques alternativa.

Cada dimensión tendrá su recta de regresión, y su valor se obtendrá entrando en la gráfica correspondiente con el volumen de carga requerido en el proyecto.

$$DWT = \rho * Vol. carga$$

$$Vol. carga = 55000 * 0,86 = 63953,5 m^3$$

### 3.2.1. Representación de LOA en función del Vol. Carga<sup>1/3</sup>.

Existe una relación entre la eslora total y el volumen de carga. En este caso sería la LOA frente al Vol. Carga<sup>1/3</sup>.

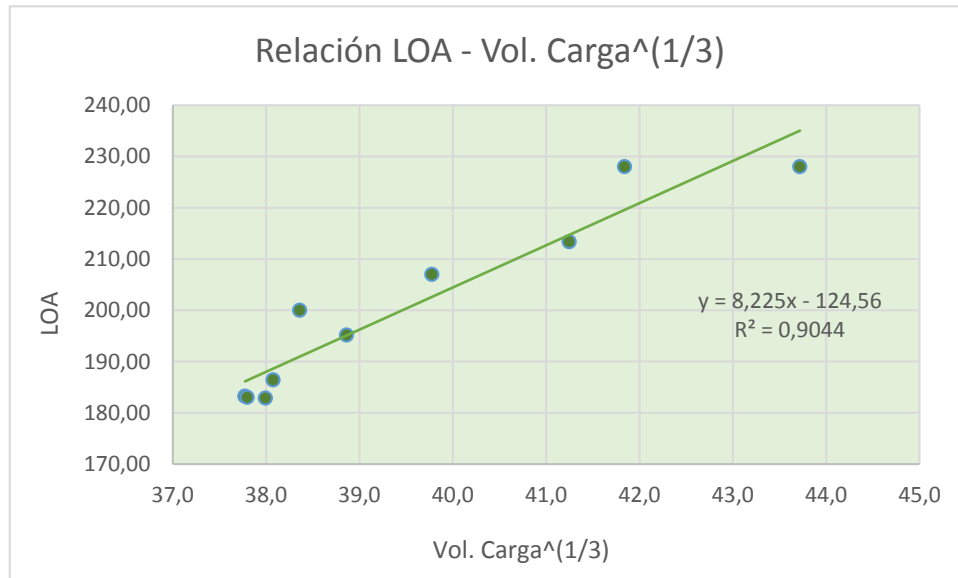


Figura 3.2.1.1- Relación LOA-Vol. Carga<sup>1/3</sup>

La gráfica aporta una dispersión mínima, ya que la  $R^2$  está cercana a la unidad. Por lo que la eslora obtenida es la siguiente:

$$LOA = 8,225 * 63953,5^{\frac{1}{3}} - 124,56 = 204,36 m$$

### 3.2.2. Representación de la Lpp frente al Vol. Carga<sup>1/3</sup>.

La expresión que se obtiene de esta regresión nos permite conocer un valor aproximado de la eslora entre perpendiculares.

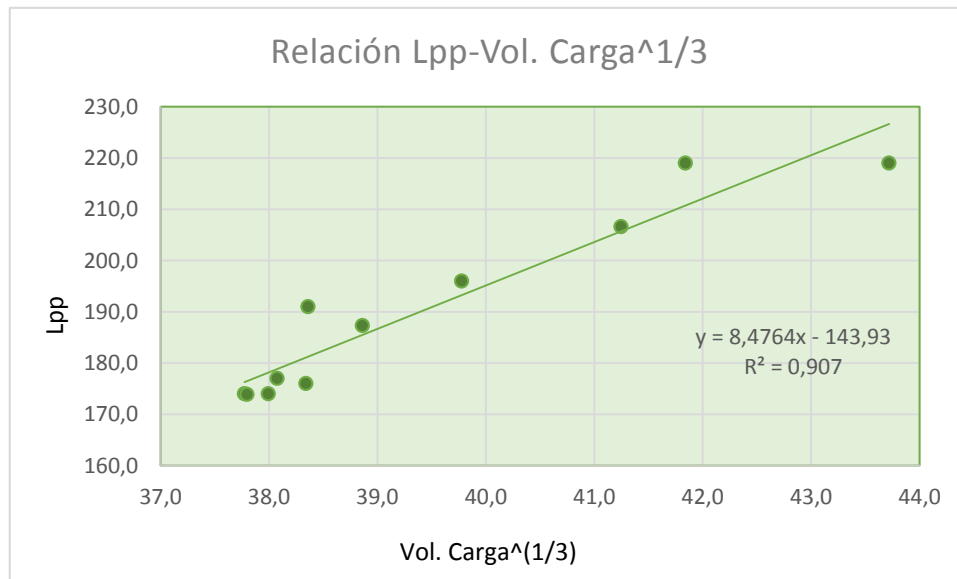


Figura 3.2.2.1. Relación Lpp-Vol. Carga<sup>1/3</sup>

$$Lpp = 8,4764 * 63953,5^{\frac{1}{3}} - 143,93 = 195,04 \text{ m}$$

A continuación enfrentaremos la eslora entre perpendiculares y la eslora total.

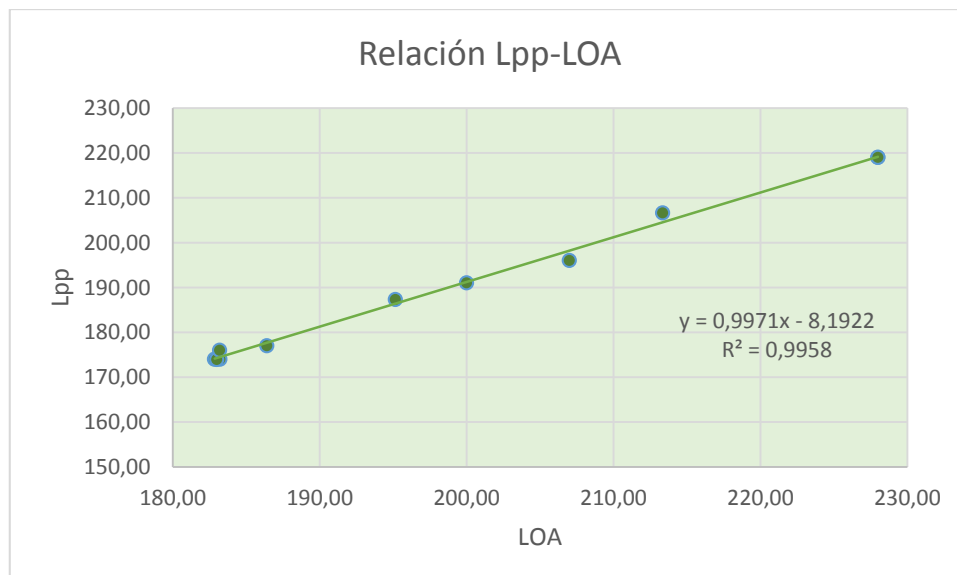


Figura 3.2.2.2. Relación Lpp- LOA

$$Lpp = 0,9971 * 204,36 - 8,1922 = 195,58 \text{ m}$$

Este valor es muy similar al obtenido anteriormente, por lo que redondeando el valor de la eslora entre perpendiculares es el siguiente.

$$L_{pp} = 195,60 \text{ m}$$

### 3.2.3. Manga.

El cálculo de la manga se puede ver influenciado por algunos RPA limitativos del proyecto como el paso por determinados canales. En este caso no se ha especificado nada acerca del tipo de tráfico que realizará el buque proyecto pero no se impedirá que el paso por canales como el de Panamá, es por eso que la manga no debería exceder de 32,20 m.

De esta manera, queda fijado el valor de la manga en 32,20 m. Por lo que no sería necesario obtener este valor mediante regresión.

$$B = 32,20 \text{ m}$$

### 3.2.4. Representación T frente a Vol. Carga<sup>1/3</sup>.

De la misma manera que para la eslora, haremos una regresión para el cálculo del calado, con el volumen de carga elevado a 1/3.

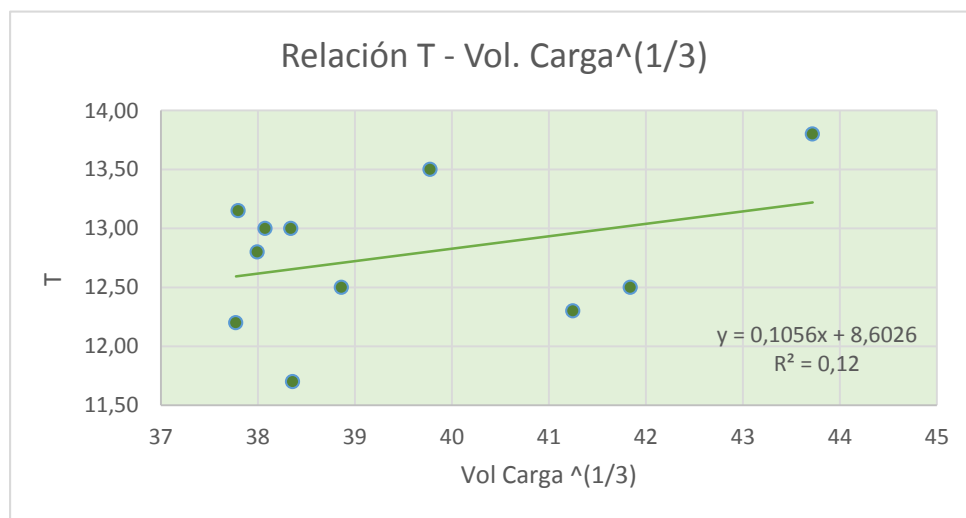


Figura 3.2.4.1 – Representación T – Vol. Carga<sup>1/3</sup>

$$T = 0,1056 * 63953,5^{\frac{1}{3}} + 8,6026$$

$$T = 12,83 \text{ m}$$

Como podemos observar  $R^2$  está muy alejada de la unidad, por lo que puede que este valor no sea demasiado fiable. Por lo cual, se hará una nueva recta de regresión, con la relación  $L/T$  frente a la  $L_{pp}$ .

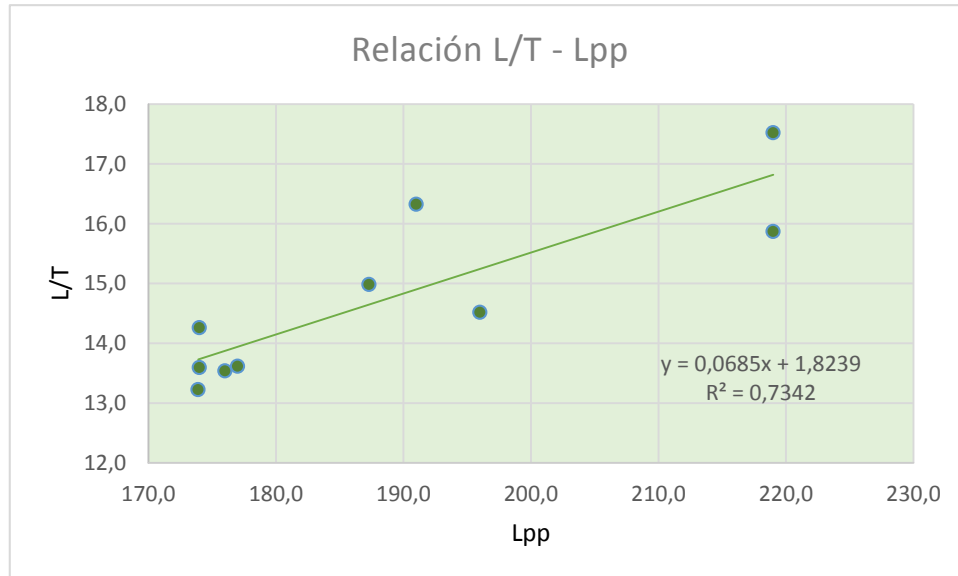


Figura 3.2.4.2. Relación  $L/T$  –  $L_{pp}$

$$\frac{L}{T} = 0,0685 L_{pp} + 1,8239$$

$$\frac{195,58}{T} = 0,0685 * 195,58 + 1,8239$$

$$T = 12,85 \text{ m}$$

A pesar de que los valores son casi iguales, esta última gráfica, aporta menor dispersión que la anterior, por lo que se puede decir que aporta mayor fiabilidad.

Por lo que el valor del calado definitivo es:

$$T = 12,85 \text{ m}$$

### 3.2.5. Representación D en función del Vol. Carga<sup>1/3</sup>

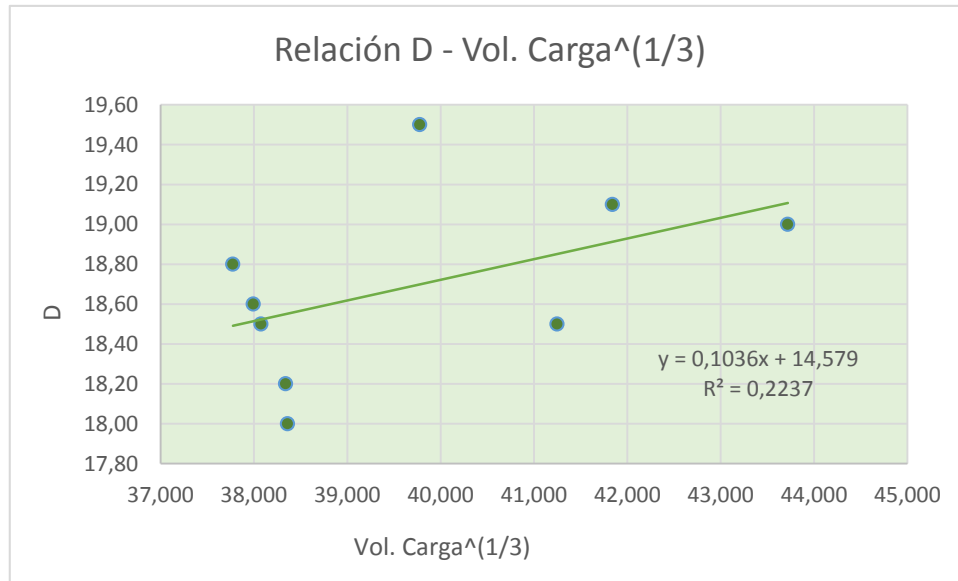


Figura 3.2.5.1.- Representación D – Vol. Carga<sup>1/3</sup>

$$D = 0,1036 * 63953,5^{\frac{1}{3}} + 14,579$$

$$D = 18,72 \text{ m}$$

En este caso se obtiene una dispersión bastante alejada de la unidad, por lo que se hará otra gráfica, enfrentando L/D con el volumen de carga.

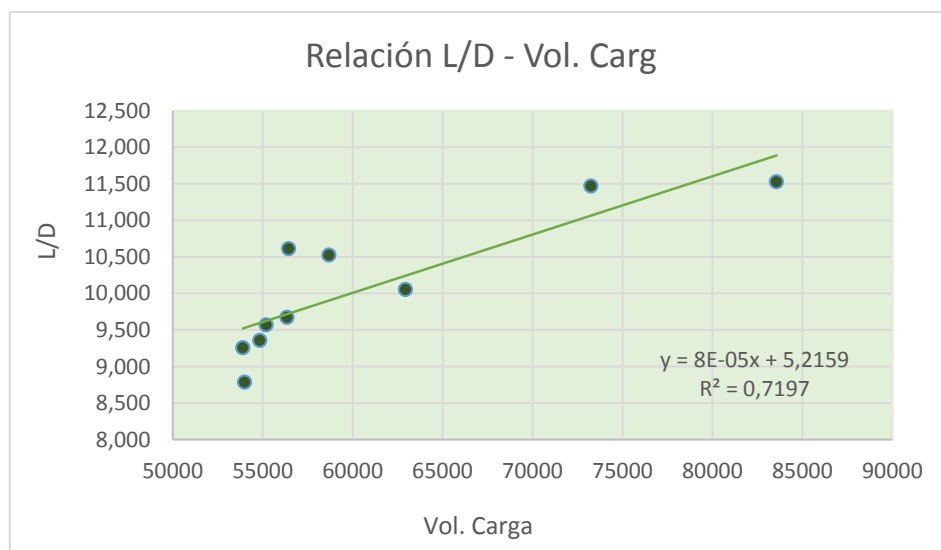


Figura 3.2.5.2.- Relación L/D – Vol. Carga



$$\frac{L_{pp}}{D} = 8 * 10^{-5} * Vol. Carga + 5,2159$$

$$\frac{195,58}{D} = 8 * 10^{-5} * 63953,3 + 5,2159$$

$$D = 18,93 m$$

Este es el valor definitivo del puntal.

### 3.2.6. Relación LBT en función de Cb

A continuación, se estimará a través de las regresiones el valor del coeficiente de bloque, enfrentándolo con el LBT, de esta manera hallaremos un valor respecto a las dimensiones principales.

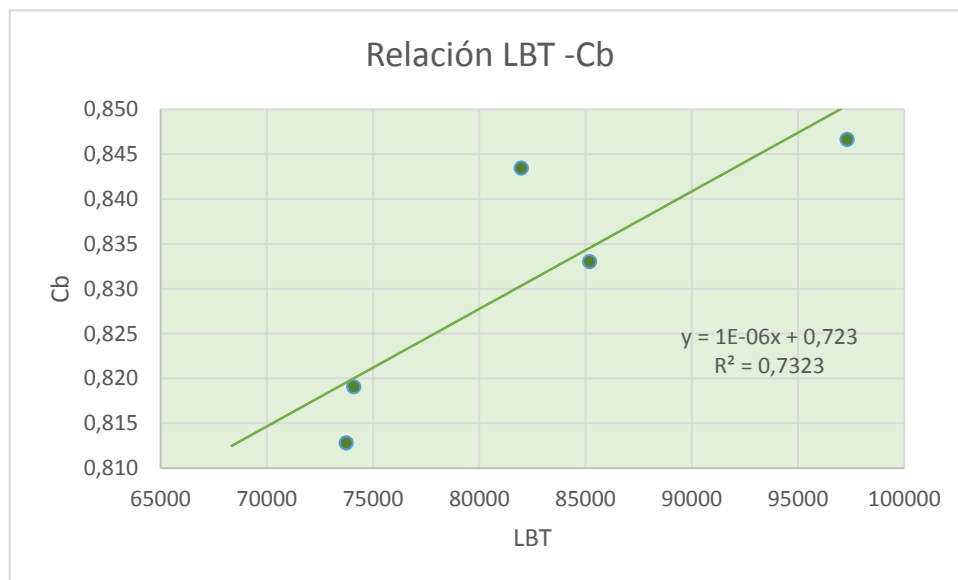


Figura 3.2.6.1. - Relación LBT-Cb

$$Cb = 1 * 10^{-6} * 195,58 * 32,20 * 13,85 + 0,723$$

$$Cb = 0,804$$

Además, se hará otra regresión enfrentándolo al número de Froude. Como podemos observar en la siguiente gráfica, ésta aporta menor dispersión, por lo que el valor definitivo será el obtenido mediante la ecuación de esta recta.

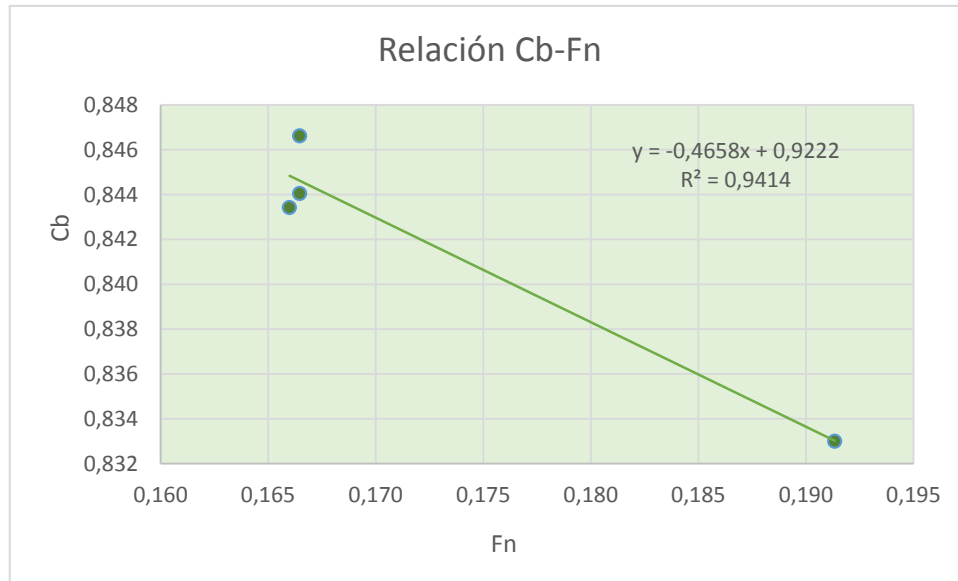


Figura 3.2.6.2.- Relación Cb-Fn

$$Cb = -0,4658 * Fn + 0,9222$$

Se calcula el número de Froude, por formulación con la Lpp obtenida anteriormente, y la velocidad es una de las especificaciones, por lo que también conocemos el dato, 15 knots. En la fórmula la velocidad deberá ir en m/s.

$$Fn = \frac{v}{\sqrt{g * Lpp}}$$

$$Fn = \frac{7,72}{\sqrt{9,81 * 195,58}}$$

$$Fn = 0,176$$

Volviendo a la expresión lineal obtenida de la regresión, nos queda lo siguiente:

$$Cb = 0,4658 * Fn + 0,9222$$

$$Cb = -0,4658 * 0,176 + 0,9222$$

$$Cb = 0,840$$

Como se ha dicho anteriormente, elegiremos este valor del coeficiente de bloque ya que la  $R^2$  es más próxima a 1.

### 3.2.7. Desplazamiento.

De igual manera que con las dimensiones principales, se calculará en desplazamiento.

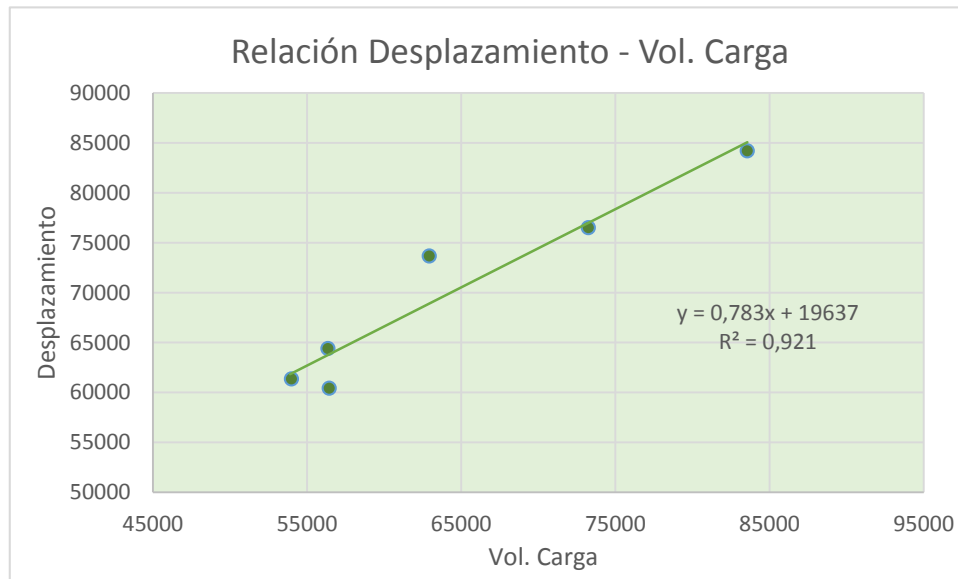


Figura 3.2.7.1. - Relación  $\Delta$  – Vol. Carga

$$\Delta = 0,783 * Vol. Carga + 19637$$

$$\Delta = 0,783 * 63953,3 + 19637$$

$$\Delta = 69712,60 \text{ toneladas}$$

### 3.2.8. Peso en Rosca.

Tendremos en cuenta también el valor que genera la regresión de la gráfica que enfrenta el peso en rosca respecto al volumen de carga. Para ello llevaremos a cabo el método seguido hasta ahora.

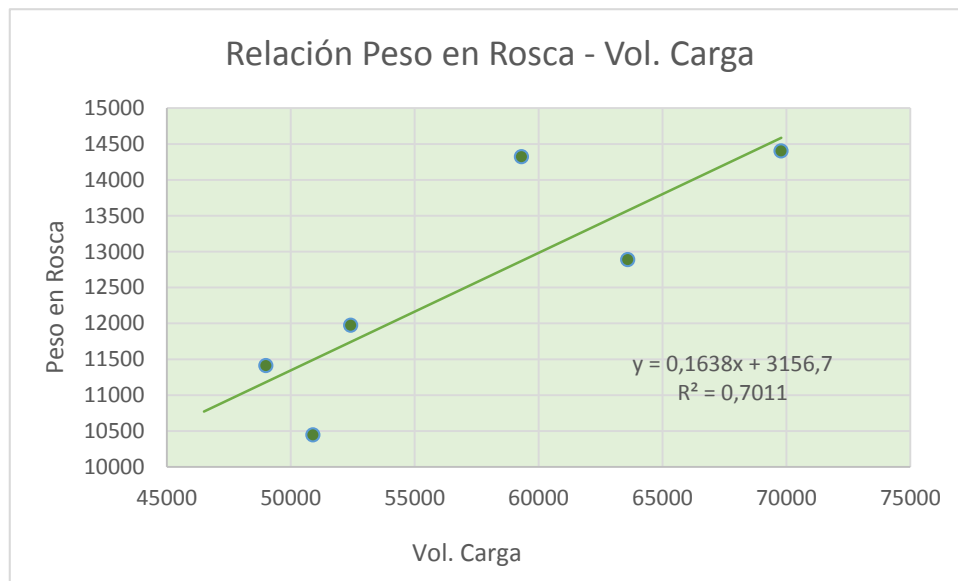


Figura 3.2.8.1.- Relación Peso en Rosca – Vol. Carga

$$PR = 0,1638 * Vol.Carga + 3156,7$$

$$PR = 0,1638 * 63953,3 + 3156,7$$

$$PR = 13632,3 \text{ toneladas}$$

### 3.2.9. Número cúbico.

Por último, tendremos en cuenta el número cúbico (LBD), ya que el dato de proyecto es el peso muerto y la densidad, por lo que hay que tener muy en cuenta la capacidad de carga. Así, se ha optado por obtener un ley de regresión lineal que relacione el número cubico con dicha capacidad de carga.

Más adelante, este será un requisito a cumplir por las distintas alternativas que se generen, asegurando que se cumpla con los RPA.

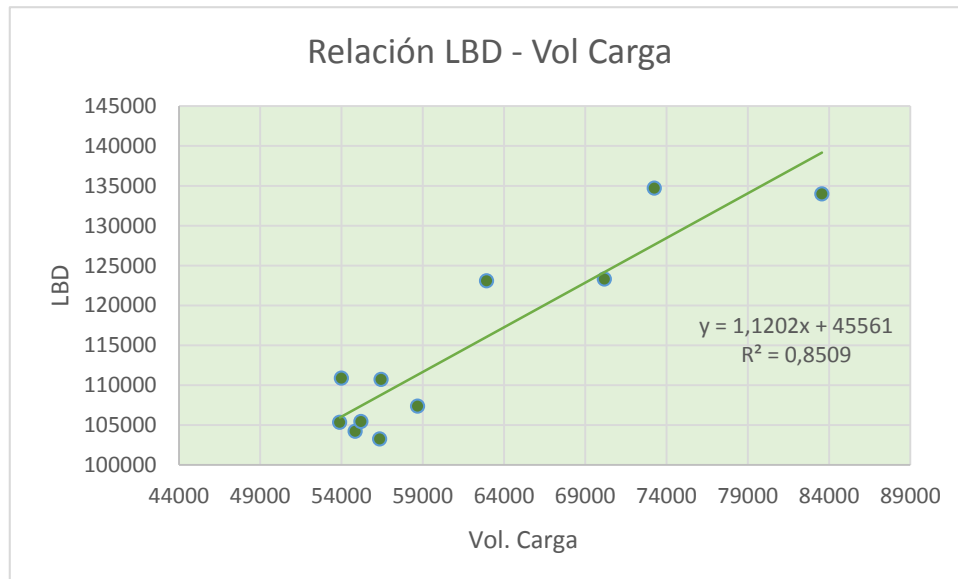


Figura 3.2.9.1.- Relación LBD – Vol. Carga

$$LBD = 1,1202 * Vol. Carga + 45561$$

$$LBD = 1,1202 * 63953,3 + 45561$$

$$LBD = 117201,7 m^3$$

Ya que disponemos de estas dimensiones, optamos por hacer el producto de ellas y comparar el resultado con el de la regresión.

$$LBD = 195,58 * 32,20 * 18,93 = 119204,5 m^3$$

Seleccionaremos el mayor de estos valores, para dar un margen más amplio, y no tener problemas a la hora del dimensionamiento de la carga.

### 3.3. Resumen de las dimensiones.

Finalmente y después de redondear las cantidades, se obtienen las siguientes dimensiones, que se muestran en la siguiente tabla:

LOA	Lpp	B	D	T	Cb	$\Delta$	PR	DWT	Fn	LDB
204,40	195,60	32,20	18,90	12,85	0,840	69712,60	13632,30	56080,30	0,176	117201,7

Tabla 3.3.1.- Resumen de las dimensiones

#### **4. GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS.**

A partir de las dimensiones anteriores se efectúan pequeñas variaciones en los distintos valores, y se combinan para obtener un conjunto de buques de diferentes proporciones.

Posteriormente se estimará cual de todos ellos es el óptimo. La metodología a seguir será la siguiente:

Primeramente, le damos dos valores por encima y dos por debajo a la eslora con un incremento de 1 metro. A la hora de generar las alternativas, se han de tener en cuenta las dimensiones del buque, para que le permita navegar por el canal de Panamá, al igual que la mayoría de los buques de la base de datos, por tanto la manga la fijaremos en 32,20 metros.

De la misma manera, hacemos la variación del puntal y del calado. Al puntal le daremos dos valores por encima y dos valores por debajo, en incrementos de 0,5 metros, y con el calado hacemos lo mismo pero con incrementos de 0,25 metros.

Se combinan las diferentes esloras, mangas, puntales y calados y se generan un total de 125 alternativas, que se muestran en el Anexo II.

#### **5. RESTRICCIONES.**

##### **5.1. Limitaciones de las relaciones entre las dimensiones.**

A continuación, se calculan las relaciones establecidas entre las dimensiones y se comprueba si dicha relación pertenece al rango típico para este tipo de buques o no. Los buques que no pertenezcan al rango serán descartados.

El rango aceptable para el valor de las relaciones se tomará como el definido por los valores extremos de los buques de referencia. Y son los siguientes:

$$5,401 < \frac{L_{pp}}{B} < 6,801$$

$$1,626 < \frac{B}{D} < 1,809$$

$$2,333 < \frac{B}{T} < 2,752$$

$$1,377 < \frac{D}{T} < 1,541$$

$$8,783 < \frac{L_{pp}}{D} < 11,526$$

Como podemos observar (Anexo II), con estas limitaciones solo podemos descartar 40 buques, por lo que se tomarán nuevos criterios.

## **5.2. Limitación del número cúbico.**

Teniendo en cuenta que debemos cumplir con los RPA, y para garantizar el volumen de carga, se ha limitado el número cúbico. El valor que lo limita se ha obtenido del producto LBD de las dimensiones obtenidas mediante las regresiones ya que ofrece un mayor margen de error, que el obtenido directamente por la regresión LBD frente al volumen de carga.

Por tanto, las alternativas han de cumplir la siguiente condición:

$$LBD \geq 119204,48$$

## **5.3. Limitación del francobordo.**

Además también, se hará una limitación del francobordo. Es necesario para la navegación del buque que éste cumpla su capacidad de carga dentro del Convenio Internacional de Líneas de Carga, teniendo un valor de francobordo limitado. Esta diferencia entre el puntal y el calado la podemos estimar de buques similares en la base de datos, y tendrá un valor de 5,918 metros.

Por tanto, la condición a cumplir por las alternativas en cuanto a francobordo será:

$$D - T \geq 5,918$$

Todas aquellas alternativas que no cumplan esta condición serán descartadas inmediatamente.

Teniendo en cuenta estas tres limitaciones anteriores, se han descartado la mayoría de los buques, quedándonos válidos solo 26 alternativas, a las cuales se le aplicará una última limitación, la del peso muerto.

#### 5.4. Limitación entre el peso muerto.

Finalmente se aplicará la cuarta de las restricciones donde se impondrá que, el peso muerto sea mayor o igual que el desplazamiento menos el peso en rosca, con lo cual descartaremos todo buque que no cumpla esta condición.

$$55000 \geq \Delta - P.R.$$

Para esto se calcula el peso en rosca y el desplazamiento por formulación para cada buque de la base de datos.

Al final del cuaderno se presenta el Anexo II, donde se puede comprobar el resultado de estos cálculos.

##### 5.4.1 Desplazamiento:

$$\Delta = Cb * \rho * Lpp * B * T$$

Siendo:

- $\rho = 1.025 \text{ t/m}^3$ , densidad del agua de mar.
- $Cb$ : se obtiene mediante formulación, y haciendo la media entre ellos ( $Cb_{\text{Alexander}}$  y  $Cb_{\text{Townsin}}$ )

$$Cb_{\text{Alexander}} = \frac{K - 0,5V}{\sqrt{3,28 * Lpp}}$$

Donde:

- $K = 1,07$
- $V = 15 \text{ nudos}$

$$Cb_{\text{Townsin}} = 0,7 + 0,125 \text{ ATAN } (25(0,23 - Fn))$$

Donde:

- $Fn$ : número de Froude;  $Fn = \frac{V}{\sqrt{g * Lpp}}$



#### 5.4.2. Peso en rosca:

El peso en rosca se obtiene como suma del peso de acero, el peso de equipo y habitación y el peso de la maquinaria.

##### 5.4.2.1. Peso del acero:

Podemos estimar el peso mediante la siguiente fórmula:

$$WST = 0.0658 * Lpp^{1.7} * B^{0.102} * D^{0.886}$$

##### 5.4.2.2. Peso de equipo y habitación:

En la fase del proyecto no se conocen muchos detalles del buque para poder realizar un cálculo detallado del equipo, sin embargo podemos estimarlo por la fórmula siguiente, especial para petroleros de productos:

$$WOA = Ke * Lpp * B$$

El coeficiente  $Ke$  varía con el tipo y tamaño del buque y se calcula:

$$Ke = 0.36 - 0.53 * 10^{-3} * Lpp$$

##### 5.4.2.3. Peso de la maquinaria:

Las mismas ideas indicadas sobre el peso del equipo y habitación, se aplican al peso de la maquinaria, por lo que se indican a continuación unas fórmulas sencillas para estimar este peso en función de la potencia, revoluciones y tipo del motor propulsor y las dimensiones principales del buque.

El peso de este grupo se divide en 4 partes:

- ❖ Motor:
- ❖ Resto de maquinaria
- ❖ Otros elementos de cámara de máquinas
- ❖ Líneas de ejes fuera de cámara de máquinas

Antes de realizar ningún cálculo del peso de la maquinaria, se calcula potencia mediante formulación. Dicha fórmula es aplicable a petroleros y nos proporciona la potencia necesaria en condiciones de pruebas a plena carga, con un grado de aproximación del orden del 10%. La fórmula es la siguiente:

$$PB = \frac{0.889 * \Delta^{2/3} * (40 - \frac{Lpp}{61} + 400(K - 1)^2 - 12 * Cb)}{15000 - 1.81 * N * \sqrt{Lpp}} * V^3$$

- PB: es la potencia desarrollada por el motor propulsor, en HP
- $\Delta$ : desplazamiento.
- $K = 1.07$  para petroleros, constante de Alexander.
- $Cb = K - 0.5 * \frac{V}{\sqrt{3.28 * Lpp}}$ . Fórmula de Alexander.
- $V = 15$  nudos.
- $N = 127$  r.p.m., tomaremos el valor del buque de referencia.

Una vez calculada la potencia, se calculan los pesos de la maquinaria:

❖ Motor:

$$WME = 5 + 4 * \left(\frac{MCO}{N}\right)$$

- MCO: potencia máxima continua HP. Calculada previamente.
- $N = 127$  r.p.m.

❖ Resto de la maquinaria:

$$WRP = Km * MCO^{0.7}$$

- $Km = 0.59$ , para petroleros

❖ Otros elementos de cámara de máquinas:

$$WQR = 0.03 * VMQ$$

- VMQ: volumen de cámara de máquinas

$$VMQ = Lcm * B * D * \left( \frac{3.217 * Lcm}{Lpp - 0.0655} \right)$$

- Lcm: eslora de la cámara de máquinas

$$Lcm = 0.28 * Lpp^{0.67} + 0.48 * MCO^{0.35}$$

❖ Línea de ejes fuera de la cámara de máquinas:

$$WQE = Kne * l_{eje} * (5 + 0.0164 * Lpp)$$

- Kne=1 para buques de 1 línea de ejes.
- $l_{eje}=4,5$  m, longitud de la línea de ejes, tomada del buque de referencia.

Como podemos observar en la segunda tabla de alternativas (Anexo II), con esta limitación hemos eliminado más alternativas, quedándonos válidas 22.

Para seguir reduciendo este número y elegir la mejor opción nos valemos de la cifra de mérito, que servirá para decidir cuál de las alternativas obtenidas es la más favorable económicamente.

## 6. CIFRA DE MÉRITO.

El criterio a seguir de la cifra de mérito es el coste de construcción. Se considera el más adecuado teniendo en cuenta los datos y la información de la que se dispone. Cuando se elige como cifra de mérito el coste de construcción, la alternativa más favorable es aquella en que dicha magnitud es mínima.

### 6.1. Coste de construcción.

Para hacer el estudio del coste de construcción de cada una de las opciones dividimos los costes del buque de la siguiente forma, según el libro “Proyecto básico del buque mercante”, Referencia [1].

$$CC = CMg + CEq + CMo + CVa$$

Donde:

- $CC = \text{Costes de construcción.}$
- $CMg = \text{Coste de los materiales a granel.}$
- $CEq = \text{Coste de los equipos.}$
- $CMo = \text{Coste de la mano de obra.}$
- $CVa = \text{Costes variables del astillero.}$

#### 6.1.1. Coste de mano de obra, CMo:

El coste de la mano de obra directa, se desglosa en dos sumandos que se asocian al montaje del material a granel y de los equipos.

$$CMo = CmM + CmE$$

Donde:

- $CmM = \text{Coste de montaje del material a granel.}$
- $CmE = \text{Coste de montaje de los equipos.}$

$$CMg = cmg * WST = ccs * cas * cem * ps * WST$$

Siendo:

- $cmg = \text{coeficiente de coste del material a granel.}$
- $ccs = \text{Coeficiente de coste ponderado de las chapas y perfiles de las distintas calidades de acero.}$
- $cas = \text{Coeficiente de aprovechamiento del acero.}$
- $cem = \text{Relación peso bruto – peso neto y de incremento por equipo metálico.}$
- $ps = \text{Precio unitario del acero de referencia.}$
- $WST = \text{peso del acero del buque.}$

Actualmente, los rangos normales de variación de los coeficientes antes citados son:

$$1.05 < ccs < 1.10$$

$$1.08 < cas < 1.15$$

$$1.03 < cem < 1.10$$

$$ps = 510\text{€/ton}$$

$$CmM = chm * csh * WST$$

Siendo:

- $csh =$   
*Coeficiente de horas por unidad de peso. (Entre 20 y 80 horas/ton)*
- $chm =$  *Coste horario medio del astillero.*

El coste del material a granel montado será:

$$CMg + CmM = (ccs * cas * cem * ps + chm * csh) * WST$$

#### 6.1.2. Coste de los equipos, CEq y su montaje, CmE:

$$CEq + CmE = CEc + CEp + CHf + CEr$$

Siendo:

- $CEq =$  *Coste de los equipos.*
- $CmE =$  *Coste de montaje de los equipos.*
- $CEc =$   
*Coste de los equipos de manipulación y contención de la carga y su montaje. Lo consideramos 0.*
- $CEp =$  *Coste de los equipos de propulsión y sus auxiliares.*
- $CHf =$  *Costes de la habilitación y fonda.*
- $CEr =$  *Costes del equipo restante.*

$$CEp = cep * PB$$

Siendo:

- $cep =$  *Coeficiente de coste unitario.*
- $PB =$  *Potencia propulsora.*

$$CHf = chf * nch * NT$$

Donde:

- $chf$  = Coste unitario.
- $nch$  = Nivel de calidad de la habitación. ( $0.90 < nch < 1.20$ )
- $NT$  = Número de tripulantes.

$$CEr = cer * WEr = cpe * pst * WEr$$

Donde:

- $cer$  = Coste unitario por peso.
- $WEr$  = Peso del equipo restante.
- $cpe$  = Coeficiente de comparación del coste del equipo restante.
- ( $1.25 < cpe < 1.35$ )
- $pst$  = Coste unitario del acero montado

### 6.1.3. Costes variables del astillero, CVa.

Estos costes varios aplicados, CVa, se pueden calcular en función del coste de construcción, CC:

$$CVa = cva * CC$$

Donde:

- $0.05 < cva < 0.10$

Por tanto, seleccionamos la alternativa más económica, que es la alternativa número 18, con un coste de construcción de 46,78 M de euros.

Finalmente debemos aplicar un factor de corrección a esta cifra, ya que los valores que hemos tomado del libro “Proyecto básico del buque mercante” son correspondientes al año 1996. Según el Instituto Nacional de Estadística el IPC correspondiente desde abril de 1996 hasta Febrero de 2014 es del 55,7%.

Por tanto:

$$46,78 \cdot 10^6 * 1.557 = 72,84 \cdot 10^6 \text{ €}$$

El precio final es de 72,84 M de euros.

Nº Altern.	Lpp	B	D	T	CC
<b>18</b>	<b>193,60</b>	<b>32,20</b>	<b>19,40</b>	<b>12,85</b>	<b>72836461,23</b>
19	193,60	32,20	19,40	13,10	72931148,37
20	193,60	32,20	19,40	13,35	73025235,05
43	194,60	32,20	19,40	12,85	73405551,39
44	194,60	32,20	19,40	13,10	73500594,20
45	194,60	32,20	19,40	13,35	73595034,29
67	195,60	32,20	19,40	12,60	73880345,61
68	195,60	32,20	19,40	12,85	73976363,88
69	195,60	32,20	19,40	13,10	74071761,43
70	195,60	32,20	19,40	13,35	74166554,01
87	196,60	32,20	18,90	12,60	73120583,98
88	196,60	32,20	18,90	12,85	73216958,37
92	196,60	32,20	19,40	12,60	74452522,01
93	196,60	32,20	19,40	12,85	74548896,40
94	196,60	32,20	19,40	13,10	74644647,77
95	196,60	32,20	19,40	13,35	74739791,92
112	197,60	32,20	18,90	12,60	73683126,19
113	197,60	32,20	18,90	12,85	73779855,78
117	197,60	32,20	19,40	12,60	75026417,08
118	197,60	32,20	19,40	12,85	75123146,67
119	197,60	32,20	19,40	13,10	75219250,94
120	197,60	32,20	19,40	13,35	75314745,76

Tabla 6.1.3.1. – Alternativas Finales

Las medidas definitivas son las siguientes:

LOA	Lpp	B	D	T	Cb	$\Delta$	PR	DWT	Fn	LDB
204,40	193,60	32,20	19,40	12,90	0,834	68472,26	12519,28	55952,98	0,177	120938,05

Tabla 6.1.3.2. – Dimensiones principales de la alternativa seleccionada.

## 7. CÁLCULO DE ALGUNOS PARÁMETROS ADICIONALES.

### 7.1. Coeficiente de la sección media.

El coeficiente de la sección media (CM), influye sobre la resistencia a la marcha de la carena y además tiene una repercusión directa sobre la extensión de la zona curva del casco en el pantoque. Varios autores han publicado las siguientes fórmulas que relacionan CM con Cb en base a consideraciones hidrodinámicas, válidas para buques de carga.

- Fórmula de Kerlen

$$CM = 1.006 - 0.0056 * Cb^{-3.56}$$

$$CM_{Kerlen} = 0.995$$

- Fórmula del HSVA

$$CM = \frac{1}{1 + (1 - Cb)^{3.5}}$$

$$CM_{del\ HSVA} = 0.998$$

Obteniendo un resultado final del coeficiente de la sección media de:

$$CM = 0.997$$

### 7.2. Coeficiente prismático.

Una vez definidos los coeficientes Cb y Cm, el coeficiente prismático es igual a:

$$Cp = \frac{Cb}{CM}$$

$$Cp = 0.833$$

### 7.3. Coeficiente de la flotación.

Una vez definidos los coeficientes Cb y CM, el coeficiente de la flotación en carga Cw está ya en gran medida condicionado, pero puede variarse algo por medio del grado U/V de las secciones transversales de la carena. El coeficiente Cw tiene cierta influencia sobre la resistencia hidrodinámica y muy considerable



sobre la estabilidad inicial y puede estimarse por las fórmulas siguientes, válidas para buques mercantes.

- Fórmula de Schneekluth.

Para secciones normales:

$$C_w = \frac{(1 + 2 * C_b)}{3}$$

$$C_{w_{Schneekluth}} = 0.887$$

- Fórmula de J. Torroja.

$$C_w = A + B * C_b$$

Los coeficientes A y B son función del grado U/V de las secciones transversales, grado que se representa por un parámetro G que vale 0 para las formas acusadas en U, y 1 para las formas acusadas en V, en nuestro caso, G será 0.

$$A = 0.248 + 0.049 * G$$

$$B = 0.778 - 0.035 * G$$

$$C_{w_{J.Torroja}} = 0.894$$

Haciendo la media entre los dos valores obtenemos un coeficiente de flotación de:

$$C_w = 0.890$$

#### 7.4. Posición longitudinal del centro de carena.

Se calcula mediante la fórmula publicada por L. Troost sobre la posición adecuada del XB para que la resistencia al avance sea mínima.

$$XB = 17.5 * C_p - 12.5$$

En esta fórmula XB es la abscisa del centro de carena en porcentaje de la eslora entre perpendiculares, respecto a la sección media, con valores positivos a proa de la misma.

Es decir:

*2,075% a proa de  $L_{pp}/2$*

$$XB = 4,02 \text{ m de la sección media}$$

### 7.5. Longitud del cuerpo cilíndrico.

La longitud del cuerpo cilíndrico o paralelo, LP, depende del llenado de las formas, y tiene interés en relación con los costes de fabricación del casco, que son menores cuanto mayor sea este cuerpo, y en relación con la estiba de las cargas inutilizadas. En la siguiente tabla se dan valores recomendados de la longitud adecuada del cuerpo cilíndrico, en base a consideraciones hidrodinámicas.

Cb	LP (% de $L_{pp}$ )
0.81	44
0.76	34.5
0.73	29.5
0.70	19
0.67	8.5

$$LP = 44 \% \text{ de } L_{pp}$$

### 7.6. Semiángulo de entrada de la flotación.

Este semiángulo ENTA, influye en la resistencia al avance de la carena, y se puede estimar por la siguiente fórmula:

$$ENTA = 125.67 * \frac{B}{L_{pp}} - 162.25 * Cp^2 + 234.32 * Cp^3 + 0.1551 * (XB + 6.8 * \frac{TA - TF}{T})^3$$

$$ENTA = 53,80 \text{ grados}$$

## 8. ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSORA.

Se hará una estimación de la potencia mediante el software “NavCad 2012” y según el método Holtrop. Como en esta etapa de proyecto las formas no están definidas, llevaremos a cabo una estimación con la introducción de los parámetros del buque que a lo largo del cuaderno hemos ido definiendo, de igual forma los valores que se desconozcan serán estimados a continuación.

- $L_{wl} = \text{se estima como el } 1,5\% \text{ de la } L_{pp}, 196,5 \text{ m.}$
- $B = 32,20 \text{ m}$
- $T = 12,90 \text{ m}$
- $\nabla = 68472,26 \text{ m}^3$
- $Sm: \text{superficie mojada} = L_{pp} * ((2T) + B) * CM^{0,5} * (0,453 + 0,4425 * Cb - 0,2862 * CM - 0,003467 * \frac{B}{T} + 0,3696 * C_{wl}) + 2,38 * \frac{At}{Cb}$

Donde:

–  $At$ : área transversal del bulbo. Se estimará según las fórmulas siguientes, ref [1]

$$SA_{20} = Sa_{20} * Sa_{10}$$

Siendo:

$Sa_{20} = 10,6\%$  Valor que se obtiene de interpolar en la tabla correspondiente.

$$Sa_{10} = B * T * CM = 32,20 * 12,90 * 0,997 = 414,13$$

$$SA_{20} = \frac{10,6}{100} * 414,72 = 43,96 \text{ m}^2$$

$$Sm = 9697,68 \text{ m}^2$$

- $ENTA$ : semiángulo de entrada.

$$ENTA = 125,67 * \frac{B}{L_{pp}} - 162,25 * Cp^2 + 234,32 * Cp^3 + 0,1551 * (XB + 6,8 * \frac{TA - TF}{T})^3$$

$$ENTA = 53,80 \text{ grados}$$

Todos aquellos datos que no aparecen aquí, se han obtenido con el programa, ya que él mismo hace la estimación de los valores. Por último, marcamos la opción de dimensionar por empuje “by trust” y el software dimensiona los parámetros de la hélice. A continuación se muestran los datos introducidos.

<b>Hull-propulsor</b>		Calc ▾	
Technique:		Prediction ▾	
Prediction:		Holtrop ...	
Reference ship:			
Max prop diam:	[mm]	7000,0	
<b>Corrections</b>			
Viscous scale corr:	On ▾	Standard ▾	
Rudder location:		Behind propeller	
Friction line:		ITTC-57	
Hull form factor:		1,302 ...	
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	
Roughness [mm]:	Off		
Ducted prop corr:	Off ▾		
Tunnel stern corr:	Off ▾		
Effective diam:	[m]		
Recess depth:	[m]		
<b>System analysis</b>			
Cavitation criteria:		Keller eqn ▾	
Analysis type:		Free run ▾	
CPP method:		Fixed RPM	
Engine RPM:			
Mass multiplier:			
RPM constraint:			
Limit [RPM/s]:			
<input type="checkbox"/>	Type	Task	
<input type="checkbox"/>		Right-click to add a task...	

<b>Project</b>		
Project ID:	Petrolero Product...	
Description:	Predicción de pot...	
<b>Summary</b>		
Scope:	ITTC-78 (CT) ▾	
Configuration:	Monohull ▾	
Chine type:	Round/multiple ▾	
Length on WL:	196,500	m
Displacement:	69842,80	t
Propulsor type:	Propeller ▾	
Count:	1 ▾	
<b>Water properties</b>		
Water type:	Salt ▾	
Density:	1026,00	kg/m <sup>3</sup>
Viscosity:	1,18920e-6	m <sup>2</sup> /s
<b>Speeds</b>		
Speed [01]	9,00	kt
Speed [02]	10,00	kt
Speed [03]	11,00	kt
Speed [04]	12,00	kt
Speed [05]	13,00	kt
Speed [06]	14,00	kt
Speed [07]	15,00	kt
Speed [08]	16,00	kt
Speed [09]	17,00	kt
Speed [10]	18,00	kt
<b>Design condition</b>		

Hull-propulsor		Calc	
Technique:		Prediction	
Prediction:		Holtrop	...
Reference ship:			
Max prop diam:	[mm]	7000,0	
<b>Corrections</b>			
Viscous scale corr:	On	Standard	
Rudder location:		Behind propeller	
Friction line:		ITTC-57	
Hull form factor:		1,302	...
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	
Roughness [mm]:	Off		
Ducted prop corr:	Off		
Tunnel stern corr:	Off		
Effective diam:	[m]		
Recess depth:	[m]		
<b>System analysis</b>			
Cavitation criteria:		Keller eqn	
Analysis type:		Free run	
CPP method:		Fixed RPM	
Engine RPM:			
Mass multiplier:			
RPM constraint:			
Limit [RPM/s]:			

Type	Task
<input type="checkbox"/>	Right-click to add a task...

Hull		
Configuration:	Monohull	
Chine type:	Round/multiple	
<b>General</b>		
Length on WL:	196,500	m
Max beam on WL:	32,200	m
Max molded draft:	12,900	m
Displacement:	69842,80	t
Wetted surface:	9697,7	m <sup>2</sup>
Demi-hull spacing:		m
<b>ITTC-78 (CT)</b>		
LCB fwd TR:	112,651	m
LCF fwd TR:	107,632	m
Max section area:	415,4	m <sup>2</sup>
Waterplane area:	5587,8	m <sup>2</sup>
Bulb section area:	44,0	m <sup>2</sup>
Bulb ctr below WL:	7,100	m
Bulb nose fwd TR:	211,600	m
Transom area:	0,0	m <sup>2</sup>
Transom beam WL:	0,000	m
Transom immersion:	0,000	m
Half entrance angle:	53,80	deg
Bow shape factor:	0,0	[AVG flow]
Stern shape factor:	0,0	[AVG flow]
<b>Planing</b>		
Proj chine length:		m
Proj bottom area:		m <sup>2</sup>

Hull-propulsor		Calc	
Technique:		Prediction	
Prediction:		Holtrop	...
Reference ship:			
Max prop diam:	[mm]	7000,0	
<b>Corrections</b>			
Viscous scale corr:	On	Standard	
Rudder location:		Behind propeller	
Friction line:		ITTC-57	
Hull form factor:		1,302	...
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	
Roughness [mm]:	Off		
Ducted prop corr:	Off		
Tunnel stern corr:	Off		
Effective diam:	[m]		
Recess depth:	[m]		
<b>System analysis</b>			
Cavitation criteria:		Keller eqn	
Analysis type:		Free run	
CPP method:		Fixed RPM	
Engine RPM:			
Mass multiplier:			
RPM constraint:			
Limit [RPM/s]:			

Type	Task
<input type="checkbox"/>	Right-click to add a task...

Appendage		
Definition:	Percentage	
Percent of hull drag:	5,00	%
<b>Planing influence</b>		
LCE fwd TR:		m
VCE below WL:		m
<b>Shafting</b>		
Count:		
Max prop diameter:		mm
Shaft angle to WL:		deg
Exposed shaft length:		m
Shaft diameter:		m
Wetted surface:		m <sup>2</sup>
Strut bossing length:		m
Bossing diameter:		m
Wetted surface:		m <sup>2</sup>
Hull bossing length:		m
Bossing diameter:		m
Wetted surface:		m <sup>2</sup>
<b>Strut (per shaft line)</b>		
Count:		
Root chord:		m
Tip chord:		m
Span:		m
T/C ratio:		
Projected area:		m <sup>2</sup>
Wetted surface:		m <sup>2</sup>

Hull-propulsor		Calc	
Technique:		Prediction	
Prediction:		Holtrop	...
Reference ship:			
Max prop diam:	[mm]	7000,0	
<b>Corrections</b>			
Viscous scale corr:	On	Standard	
Rudder location:		Behind propeller	
Friction line:		ITTC-57	
Hull form factor:		1,302	...
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	
Roughness [mm]:	Off		
Ducted prop corr:	Off		
Tunnel stern corr:	Off		
Effective diam:	[m]		
Recess depth:	[m]		
<b>System analysis</b>			
Cavitation criteria:		Keller eqn	
Analysis type:		Free run	
CPP method:		Fixed RPM	
Engine RPM:			
Mass multiplier:			
RPM constraint:			
Limit [RPM/s]:			

Type	Task
<input type="checkbox"/>	Right-click to add a task...

Margin	
Design margin:	15 %
Basis:	Hull + added dr...

Hull-propulsor		Calc	
Technique:		Prediction	
Prediction:		Holtrop	...
Reference ship:			
Max prop diam:	[mm]	7000,0	
<b>Corrections</b>			
Viscous scale corr:	On	Standard	
Rudder location:		Behind propeller	
Friction line:		ITTC-57	
Hull form factor:		1,302	...
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	
Roughness [mm]:	Off		
Ducted prop corr:	Off		
Tunnel stern corr:	Off		
Effective diam:	[m]		
Recess depth:	[m]		
<b>System analysis</b>			
Cavitation criteria:		Keller eqn	
Analysis type:		Free run	
CPP method:		Fixed RPM	
Engine RPM:			
Mass multiplier:			
RPM constraint:			
Limit [RPM/s]:			

Propulsor	
Count:	1
Propulsor type:	Propeller series
Propeller type:	FPP
Propeller series:	B Series
Propeller sizing:	By thrust
Reference prop:	
Blade count:	4
Expanded area ratio:	0,5152
Propeller diameter:	6489,8 mm
Propeller mean pitch:	4159,5 mm
Hub immersion:	9750,0 mm
<b>Engine/gear</b>	
Engine data:	None defined
Rated RPM:	RPM
Rated power:	kW
Gear efficiency:	1,00
Gear ratio:	1,000
Shaft efficiency:	0,97
<b>Propeller options</b>	
Oblique angle corr:	Off
Shaft angle to WL:	0,00 deg
Added rise of run:	0,00 deg
Propeller cup:	0,0 mm
KTKQ corrections:	Custom
Scale correction:	None
KT multiplier:	1,00

A continuación, se muestran los resultados para 15 nudos, y la gráfica de potencia efectiva (EHP). Al final del cuaderno, se presenta el informe que nos proporciona el software, con los resultados (Anexo III).

Velocidad	EHP (kW)
15	10110,2

De esta manera obtendremos la potencia de nuestro motor.

$$BHP = \frac{Pot_{alt.colas} + \eta_m * SHP * (1 + MM)}{Reg.Servicio}$$

En este caso, disponemos de alternador de cola, tomaremos una potencia aproximada de 700 kW, cogiendo este valor de buques similares. En el programa ya hemos introducido el 15% de margen de mar, de manera que la potencia de nuestro motor es la siguiente:

$$BHP = \frac{10110,2 + 700}{0,85} = 12717,88 \text{ kW}$$

Velocidad	BHP (kW)	RPM
15	12718	118

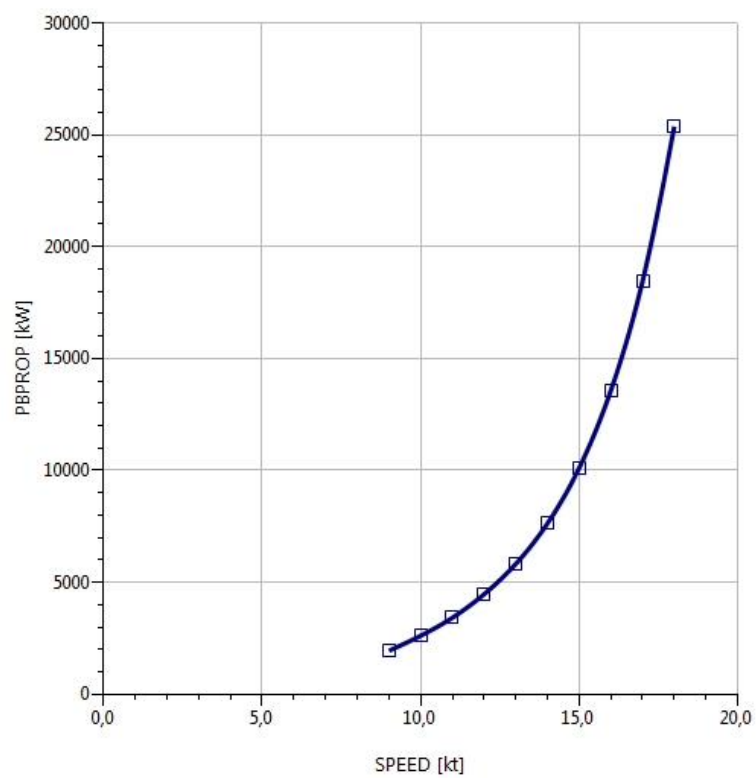


Figura 8.1.- Curva PB-Velocidad



## 9. ESTUDIO PRELIMINAR DE PESOS.

### 9.1. Peso en rosca.

El peso en rosca se ha desglosado en el apartado 5.4.2. para el estudio de las alternativas, por lo que se cogen los datos directamente del cuadro de alternativas. A continuación se muestra un cuadro resumen con las partidas principales del peso en rosca.

Peso del acero	Peso de la maquinaria				Peso de equipo y habilitación
	Motor	Resto de maq	Otros equipos	Línea de ejes	
10017,48	276,85	426,67	156,93	36,79	1604,56
PESO EN ROSCA = 12519,28					

Tabla 9.1.1.- Resumen peso en rosca.

### 9.2. Peso muerto.

Cabe destacar que entre los pesos que conforman el peso muerto (el cual es dato requerido por el armador, en este caso son 55000 TPM), está la partida más importante, es decir, la carga útil.

El peso muerto está compuesto por las siguientes partidas:

- Carga útil.
- Consumos
- Agua dulce
- Tripulación y pasaje
- Pertrechos

#### 9.2.1. Carga útil.

Cuando el peso muerto es un dato conocido, la carga útil debe calcularse por diferencia con el resto de partidas, por lo que procedemos a calcular primero el resto de valores.

### 9.2.2. Consumos.

Los consumos, dependen principalmente de la autonomía del buque, la autonomía es un dato de proyecto, 9000 millas. Estos cálculos se realizarán según la referencia [2].

Los consumos se pueden dividir en:

➤ Combustible.

El peso de combustible para la propulsión podemos estimarlo de la siguiente manera:

$$P_{combustible} = Cep * BHP * \frac{AUT}{V}$$

Siendo:

*Cep: el consumo específico, que lo podemos estimar en  $\frac{190gr}{kW}$  por hora*

*BHP: potencia en servicio, calculada previamente = 12718 kW*

*AUT: autonomía de 9000 millas.*

*V: velocidad de servicio, 15 nudos.*

$$P_{combustible} = 190 * 10^{-6} * 12718 * \frac{9000}{15} = 1450 \text{ toneladas}$$

➤ Aceite.

En el buque se utilizan distintos tipos de aceite para distintos servicios, que son lubricación de motores y turbinas, hidráulico y térmico.

El aceite podríamos estimarlo como el 5% del peso del combustible para propulsión, por tanto tenemos que:

$$P_{aceite} = 0,05 * 1450 = 72,5 \text{ toneladas}$$

➤ Agua dulce.

Se consideran 125 L, por persona y día, al disponer de una tripulación de 20 personas, y 25 días (600/24), tenemos un peso de agua dulce de:

$$P_{\text{agua dulce}} = 125 * 10^{-3} * 20 * 25 = 62,5 \text{ toneladas}$$

➤ Víveres.

Se recomiendan 5 kg por persona y día en buques mercantes, lo que equivale a una estimación total de 2,5 toneladas.

### 9.2.3. Tripulación y pasaje.

A efectos de peso para la tripulación se consideran 125 kg por persona, lo que equivale a 2,5 toneladas.

### 9.2.4. Pertrechos.

Se consideran todos aquellos elementos que el Armador, añade como repuestos o necesidades adicionales del buque, tales como pinturas, estachas, en esta partida también entrarían los respetos, el peso de los pertrechos puede estar entre 10 y 100 toneladas, por lo que estimamos un valor intermedio de 50 toneladas.

Una vez que tenemos calculadas todas las partidas y aplicado el margen del 10%, procedemos a calcular el peso de la carga, ya que tenemos de dato el peso muerto que son 55000 toneladas.

Combustibles	1450
Aceite	72,5
Agua Dulce	62,5
Víveres	2,5
Tripulación y pasaje	2,5
Pertrechos	50
<b>TOTAL</b>	<b>1640</b>
<b>10%</b>	<b>164</b>
<b>TOTAL + 10%</b>	<b>1804</b>

Por tanto, podemos deducir:

$$DWT = \text{Carga útil} + \text{Consumos} + \text{Tripulación y pasaje} + \text{Pertrechos}$$

$$55000 = \text{Carga útil} + 1804$$

$$\text{Carga útil} = 53196 \text{ toneladas}$$

## 10. COMPROBACIÓN DEL FRANCOBORDO.

El francobordo es un elemento decisivo del proyecto del buque, y debe de tener un valor mínimo, en función del tipo y características del buque, establecido en el Convenio Internacional de Líneas de Carga de 1966, actualmente en vigor.

Se define como la distancia vertical, medida en la sección media del buque, entre el borde superior de la línea de cubierta y el borde superior de la línea de francobordo.

Dentro de la espiral de proyecto el cálculo del francobordo mínimo es uno de los que hay que realizar repetidas veces, por lo que es muy conveniente disponer de procedimientos rápidos y aproximados para llevarlo a cabo.

La dimensión fundamental para el cálculo del francobordo es la eslora de francobordo  $L$ , como en la fase inicial del proyecto aun no se conocen las formas, se puede considerar que  $L$  es igual a  $L_{pp}$ .

Por tanto, se debe comprobar que el francobordo real es mayor o igual que el francobordo mínimo.

$$FB_{real} \geq FB_{mín}$$

El francobordo mínimo se calcula según lo establecido en “El proyecto básico del buque mercante”, referencia [1], que básicamente son las fórmulas que se utilizan en el “Convenio de Líneas de carga de 1966”.

$$FB_{mín} = (FB_{tabular} + C_1) * C_2 + C_3 - C_4 + C_5$$

### 10.1. Francobordo tabular.

Es el francobordo básico, en función del tipo de buque, en este caso un buque tipo A; y de su eslora. El valor se obtiene interpolando en la tabla correspondiente.

El francobordo tabulado para la alternativa elegida es:

$$FB_{tabular} = 2547,6 \text{ mm}$$

### 10.2. Corrección por eslora menor de 100 metros.

No es necesario aplicar esta corrección ya que la eslora es mayor de 100 metros.

$$C_1 = 0$$

### 10.3. Corrección por coeficiente de bloque.

Si el coeficiente de bloque es mayor de 0,68, el francobordo tabular se multiplica por:

$$C_2 = \frac{CB85D + 0,68}{1,36}$$

En el proyecto preliminar se puede aproximar CB85D por la fórmula:

$$CB85D = 1,01 * CB = 1,01 * 0,840 = 0,848$$

$$C_2 = 1,124$$

### 10.4. Corrección por puntal.

Si el puntal del buque excede de  $L/15$ , el francobordo aumenta en:

$$C_3 = \left( D - \frac{L}{15} \right) * R$$

Siendo,  $R = 250$  para  $L \geq 120$  m

Como:

$$D = 19,4 > \frac{L}{15} = 12,91$$

$$C_3 = \left( 19,4 - \frac{193,6}{15} \right) * 250$$

$$C_3 = 1623,3 \text{ mm}$$

### 10.5. Corrección por superestructuras.

Si la longitud de las superestructuras E, es menor que la eslora del buque, se le aplica al francobordo la siguiente corrección sustractiva:

$$C_4 = D_e * \text{Porcentaje}$$

Siendo:

$$E = 31,6 \text{ m; medido en el buque base}$$

$$D_e = 1070 \text{ para } L \geq 122$$

$$\text{Porcentaje: interpolando en la tabla correspondiente el valor } \frac{E}{L} = 0,163$$

$$\rightarrow 11,41\%$$

$$C_4 = 1070 * \frac{11,41}{100}$$

$$C_4 = 122,09 \text{ mm}$$

#### 10.6. Corrección por arrufo.

Se aplica una corrección aditiva definida por:

$$C_5 = \left(1 - \frac{A}{100}\right) * (4,168L + 125) * \left(0,75 - \frac{E}{2L}\right)$$

Donde:

$$A \sim = 0$$

$$C_5 = (1 - 0) * (4,168 * 193,6 + 125) * \left(0,75 - \frac{31,6}{2 * 193,6}\right)$$

$$C_5 = 622,89 \text{ mm}$$

Por tanto:

$$FB_{\min} = (FB_{\text{tabular}} + C_1) * C_2 + C_3 - C_4 + C_5$$

$$FB_{\min} = (2547,6 + 0) * 1,124 + 1623,3 - 122,09 + 622,89$$

$$FB_{\min} = 4987,6 \text{ mm}$$

El francobordo del buque en proyecto ( $FB_{\text{real}}$ ) se obtiene sin más que calcular la diferencia entre el puntal y el calado:

$$FB_{\text{real}} = D - T = 19,40 - 12,70 = 6,70 \text{ m}$$

Finalmente:

$$FB_{real} \geq FB_{\min}$$

$$6,70 \geq 4,99$$

Por tanto, el buque cumple con el Francobordo mínimo requerido y se puede continuar el proyecto sin tener que hacer modificaciones al respecto, por ahora.

## 11. DIMENSIONES FINALES.

Por tanto, las dimensiones principales de nuestro buque proyecto son las que se muestran en el siguiente cuadro resumen:

LOA	Lpp	B	D	T	Cb	$\Delta$	PR	DWT	Fn	BHP
204,40	193,60	32,20	19,40	12,90	0,834	68472	12519	55953	0,177	12718

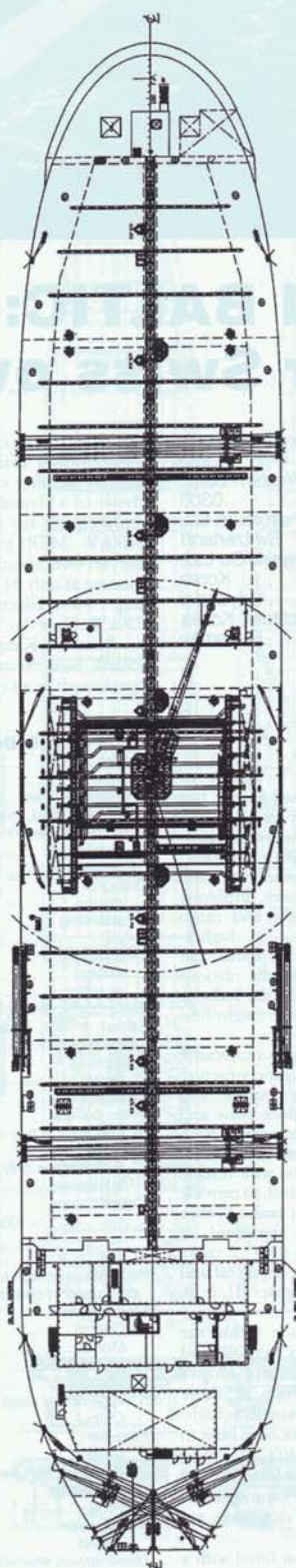
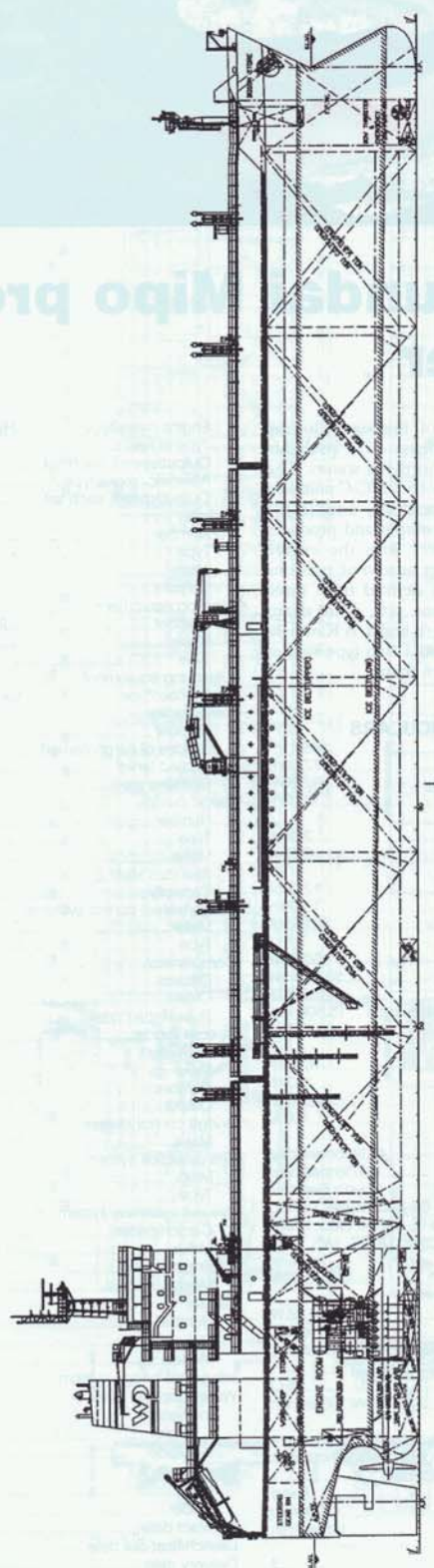
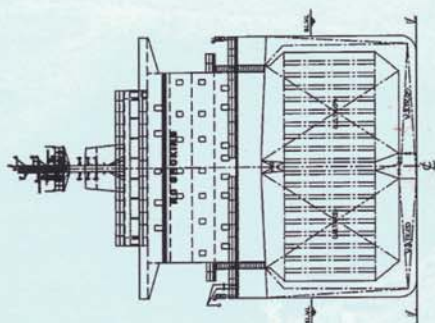
Tabla 11.1.- Resumen de las dimensiones

## 12. CROQUIS DE LA DISPOSICIÓN GENERAL.

La disposición general será similar a la propuesta en el croquis que se adjunta a continuación, que corresponde a uno de los buques de la base de datos, “Western Baltic”. Consiste básicamente en una disposición clásica para este tipo de buques, es decir:

- Doble casco y doble fondo.
- Cámara de máquinas situada a popa.
- 6 parejas de tanques de carga y 2 slops.

Dicha disposición y la habilitación serán definidas más adelante en el cuaderno correspondiente.





### 13. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Ricardo Alvariño Castro, Juan José Azpíroz y Manuel Meizoso; “*El proyecto básico del buque mercante*”, Ed. Fondo Editorial de Ingeniería Naval; Pub 1997.
- [2] Fernando Junco Ocampo; “*Proyectos de Buques y Artefactos. Selección de configuración: Dimensiones coeficientes*”, Ed. Universidade da Coruña Escola Politécnica Superior, 2003.
- [3] “Significant Ship 2005”
- [4] “Significant Ship 2008”
- [5] “Significant Ship 20011”
- [6] “Significant Ship 20012”

#### Páginas webs:

- [www.exchange.dnv.com](http://www.exchange.dnv.com)
- [www.generalmaritimecorp.com](http://www.generalmaritimecorp.com)
- [www.tomasos.gr.com](http://www.tomasos.gr.com)
- <http://www.hb.com>
- <http://www.j-l.com/lauritzen-offshore>
- <http://www.bergshav.com/company/fleet.html>

# **ANEXO I**

## **Buques de la Base de Datos**





## GULF BAYNUNAH: 47,000dwt tanker from Hyundai Mipo

Shipbuilder: ..... Hyundai Mipo Dockyard Co Ltd (HMD), Korea  
 Vessel's name: ..... Gulf Baynunah  
 Hull number: ..... 2037  
 IMO number: ..... 9381562  
 Owner/operator: ..... Gulf Energy Marine, United Arab Emirates  
 Designer: ..... Hyundai Mipo Dockyard Co Ltd, Korea  
 Flag: ..... Bahamas  
 Total number of sister ships already completed: ..... Nil  
 Total number of sister ships still on order: ..... 3

Illustration shows sister ship *Gulf Esprit*

HYUNDAI Mipo's delivery schedule for 2008 envisaged the completion of 70 vessels at Ulsan facility, the majority of which were expected to be product/chemical tankers of the four types included in the yard's standard series portfolio, and referred to in our review of *CPO France*. *Gulf Baynunah* is a variant of the mid-range HMD 47,000dwt design (actually deadweight at scantling draught is 46,500dwt), but incorporating a number of changes from some sisters, particularly regarding the choice of main engine where a six cylinder version of the Hyundai-MAN B&W S50MC-C type has been selected in place of a 7-cylinder Mk 6 version of the same design.

Developing 8598kW MCR at a de-rated speed of 116.5rev/min, this engine drives a fixed pitch propeller to give a service speed of 14.8knots when operating at 85% of full output, and consuming just less than 37tonnes of heavy fuel oil each day. Bunker tanks are located between the machinery room and cargo space and include separate provision for storage of oil with low sulphur content, to suit SECA requirements.

Electrical supply is drawn from three Yanmar/Hyundai 1200kW diesel alternators, with facilities also provided for 'cold ironing' (receiving shore-based electrical supplies) when in port, to suit the environmental demands of some authorities. In another change from other newbuildings of this type, no thrusters are fitted.

The single decked design (which does not include strengthening for ice navigation), features a forecastle, linked by a fore and aft gangway to a four tier deckhouse and wheelhouse aft. Within the double-hull layout the cargo space is divided into eight pairs of tanks suitable for the carriage of petroleum products and IMO Type II and III commodities. Two slop tanks are also provided, whilst the six pairs of tanks occupying the surrounding space are combined with centrally divided double

bottom tanks to form L-shaped water ballast compartments. A residual oil tank is incorporated in the centreline bulkhead structure at the top of number 8 cargo tank and adjoining slop tank.

The longitudinal and transverse bulkheads are of troughed construction and, with side frames positioned within the double-hull and deck stiffening arranged externally, a plain internal surface is presented for tank coatings. Cargo handling is by way of port and starboard manifolds on the upper deck amidships, using Framo hydraulically operated, submerged pumps; 16 of 600m³/hour duty fitted in the cargo tanks, and two of 300m³/hour in the slop tanks. Control of cargo and ballast operations is carried out using Hyundai Aconis systems with a Kongsberg C-20 installation controlling navigation equipment, but without the inclusion of an integrated bridge or facilities for one-man operation.

### TECHNICAL PARTICULARS

Length, oa	183.22m
Length, bp	174.00m
Breadth, moulded	32.20m
Depth, moulded to upper deck	18.80m
Width of double skin	
side	2.00m
bottom	2.15m
Draught	
design	11.00m
scantling	12.20m
Gross	29,508gt
Deadweight	
design	40,300dwt
scantling	46,500dwt
Speed, service, 85% MCR	14.80knots
Cargo capacity, liquid volume	53,899m³
Bunkers	
heavy oil	1429m³
diesel oil	227m³
Water ballast	24,034m³
Fuel consumption	
main engine only	35.65tonnes/day
auxiliaries	6.36tonnes/day
Classification	Lloyd's Register +100A1, Double Hull Oil and Chemical Tanker, ESP, Ship Type 2, *IWS, LI, ShipRight (SDA, FDA, CM), +LMC, TGS, UMS, ETA, Part Higher Tensile Steel, Green Passport, ShipRight (SCM, BWMP(S) SERS)
Main engine	
Design	MAN B&W
Model	6S50MC-C
Manufacturer	Hyundai Heavy Industries
Number	1
Type of fuel used	HFO

Output/speed	8598kW/116.50rev/min
Propeller	
Number	1
Pitch	Fixed
Diameter	5800mm
Speed	116.50rev/min
Diesel-driven alternators	
Number	3
Engine make/type	Yanmar/8N21AL-EV
Type of fuel used	HFO
Output/speed	3 x 1300kW/900rev/min
Alternator make/type	HII-EMD/HFC7 568-B4E
Output/speed	3 x 1200kW/900rev/min
Electrical connection for shore power	Hyundai
Boiler	
Number/type	1 x water tube
Make	KangRim
Output	20,000kg/h
Mooring equipment	
Number	6 sets
Make	Maritime Pusnes
Type	Hydraulic
Cargo tanks	
Number	6 plus 2 slop
Product range	petroleum products; IMO grades 2 and 3 chemicals
Cargo pumps	
Number/capacity	16 x 600m³/h; 2 x 300m³/h
Type	hydraulic submerged
Make	Framo
Ballast/cargo control system	Hyundai Aconis 200E
Complement	
Officers	15
Crew	14
Suez crew	6
Bridge control system	
Make/type	Kongsberg C-20
Fire detection systems	
Make/type	Consilium/CS4000/3L
Fire extinguishing systems	
Cargo space	deck: foam/sea water
Engine room	CO₂
Radars	
Make	JRC
Type	1 x X-band; 1 x S-band
Integrated bridge system	No
Contract date	17 January 2006
Launch/float-out date	26 August 2008
Delivery date	17 October 2008



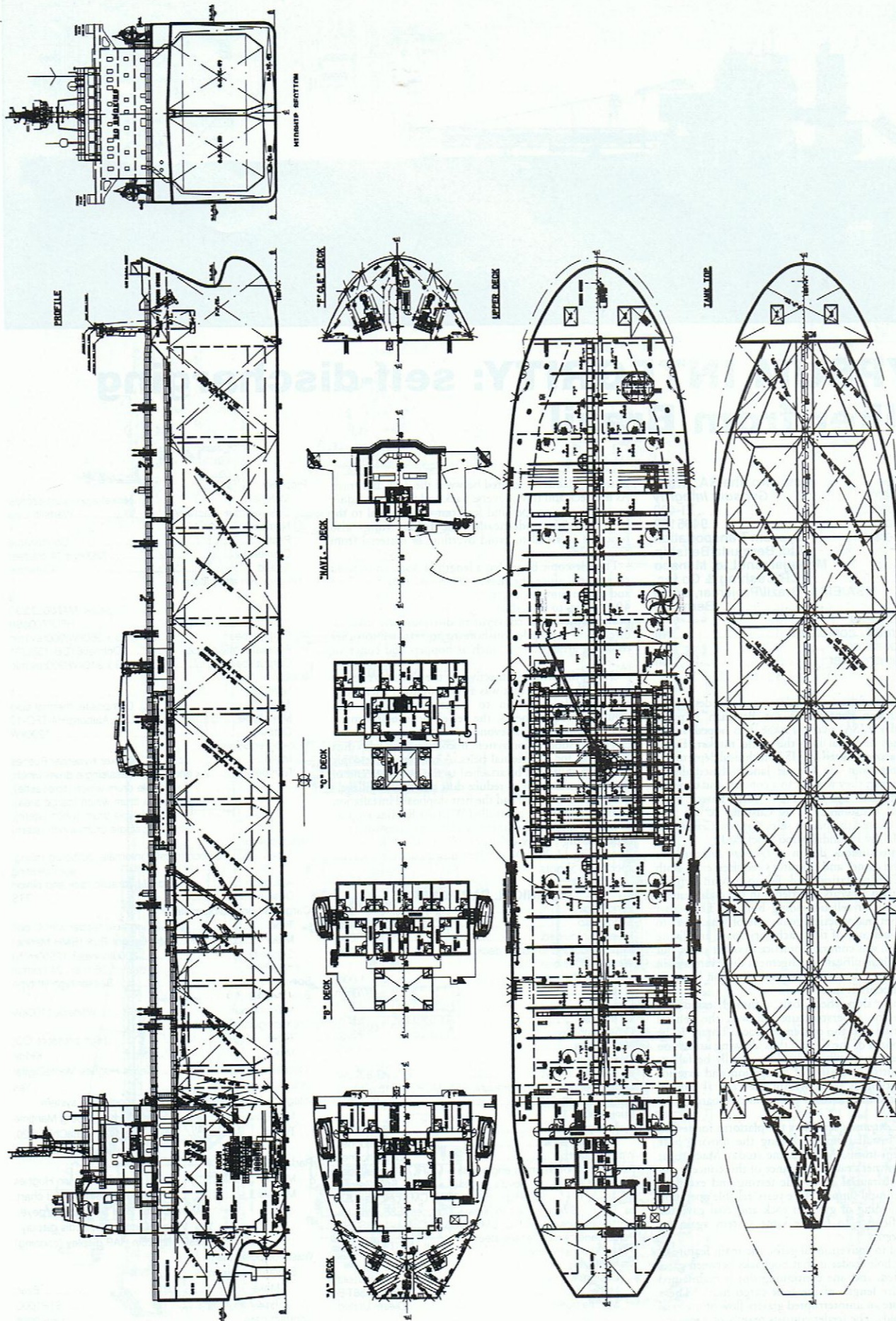






Photo by Renato Mello. Image property of Transpetro

## CELSE FURTADO: First Brazilian built products tanker for Transpetro

Shipbuilder: ..... Estaleiro Mauá Petro-Um S.A  
Vessel's name: ..... **Celso Furtado**  
Hull no: ..... **M199**  
Owner/operator: ..... **Petrobras Transpites S.A – Transpetro**  
Country: ..... **Brazil**  
Designer: ..... **Projemar**  
Country: ..... **Brazil**  
Model test establishment used: ..... **Marintek**  
Flag: ..... **Brazil**  
IMO number: ..... **9489895**  
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): ..... **nil**  
Total number of sister ships still on order: ..... **3**

### TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: ..... 182.85m  
Length bp: ..... 174m  
Breadth moulded: ..... 32.20m  
Depth moulded  
To main deck: ..... 18.60m  
Width of double skin  
Side: ..... 2m  
Bottom: ..... 2.18m  
Draught  
Scantling: ..... 12.80m  
Gross: ..... 29,077gt  
Deadweight  
Scantling: ..... 48,531dwt  
Speed, service: ..... 14.8knots @ 90% MCR  
Cargo capacity  
Liquid volume: ..... 54,845m³  
Bunkers  
Heavy oil: ..... 1575m³  
Diesel oil: ..... 268m³  
Water ballast: ..... 21,029m³  
Daily fuel consumption  
Main engine only: ..... 35.6tonnes/day  
Auxiliaries: ..... 3tonnes/day  
Classification society and notations: ..... Lloyds Register  
100 A1 Double Hull Tanker, CSR, ESP,  
Ship Right (CM), \*IWS, LI, SPM, CG\*LMC,  
UMS, IGS, ICC, NAV1-IBS  
% high-tensile steel used in construction: ..... 37%  
Main engines  
Design: ..... MAN B&W  
Model: ..... 6S50ME-C  
Manufacturer: ..... STX  
Number: ..... 1  
Type of fuel: ..... HFO  
Output of each engine: ..... 9462kW x 127rpm  
Propeller  
Material: ..... Ni-Al-Bronze  
Designer/manufacturer: ..... MAN Diesel  
Number: ..... 1  
Fixed/controllable pitch: ..... CPP  
Diameter: ..... 5.8m  
Diesel-driven alternators  
Number: ..... 3  
Engine make/type: ..... Daihatsu/ GDK-20  
Type of fuel: ..... HFO, MDO  
Output/speed of each set: ..... 1094kVA x 900rpm  
Thermal oil heaters  
Number: ..... 1  
Type: ..... Vertical, oil comb.  
Type/ Vertical Exha. Gas type  
Make: ..... Aalborg  
Output, each one: ..... 2500kW/ 760kW  
Cranes/cargo gear  
Number: ..... 1  
Make: ..... Dreggen  
Type: ..... DK 220  
Performance: ..... SWL 10tonnes x 22m

Other cranes  
Number: ..... 2  
Make: ..... Acta  
Type: ..... HSC 75-52-13  
Tasks: ..... Provisions  
Performance: ..... 5.2tonnes & 2.6tonnes x 13m  
Mooring equipment  
Number: ..... 2 x combined windlass/mooring winch  
4 x non self tensioning mooring winches  
Make: ..... Rolls-Royce  
Type: ..... Hydraulic  
Special lifesaving equipment  
Number of each and capacity: ..... 1 x 40 persons  
Make: ..... Norsafe  
Type: ..... GE 530 free fall lifeboat  
Cargo tanks  
Number: ..... 12 cargo tanks + 2 slop tanks  
Grades of cargo carried: ..... 4  
Product range: ..... Gasoline, nafta, diesel oil, aviation kerosene  
Coated tanks: ..... Ellronav System – Eurobasix, Europox – HE Tank HE 07  
Cargo pumps  
Number: ..... 12 cargo oil pump (cargo tanks)/ 2 cargo oil pump (slop tanks)  
Type: ..... SD200 (cargo tanks)/ SD150 (slop tanks)  
Make: ..... Framo  
Stainless steel: ..... Yes  
Capacity: ..... 550m³/h (cargo tanks) 300m³/h (slop tanks)  
Cargo control system  
Make: ..... Emerson  
Type: ..... MAS 2600  
Ballast control system  
Make: ..... Emerson  
Type: ..... MAS 2600  
Complement  
Officers: ..... 10  
Crew: ..... 16  
Bridge control system  
Make: ..... Sperry Marine  
Type: ..... Vision Master FT  
One-man operation: ..... Yes  
Fire detection system  
Make: ..... Autronica  
Type: ..... Autosafe BS-310/320  
Fire extinguishing systems  
Cargo area: ..... Foam/ Wilhelmsen Ship Equipment  
Engine room: ..... CO₂ + water mist/ Wilhelmsen Ship Equipment  
Radars  
Number: ..... 2  
Make: ..... Sperry Marine  
Models: ..... Vision Master FT 340  
Integrated bridge system  
Make: ..... Sperry Marine  
Model: ..... Vision Master FT  
Waste disposal plant  
Incinerator: ..... Detegasa/ IRL-50  
Sewage plant: ..... DVZ/ DVZ-SKA 40 Biomaster-Plus  
Launch/float-out date: ..... June 2010  
Delivery date: ..... November 2011

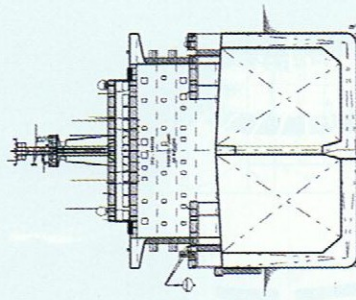
**Celso Furtado** is the first vessel delivered to Transpetro, the transport and logistics subsidiary of Brazilian Oil Company Petrobras and the largest ship owner in Latin America as part of its fleet expansion and modernisation programme (PROMEF). The PROMEF programme, up to now, comprises the building of 49 ships of different sizes already contracted. The ship has been completely designed in Brazil by PROJEMAR and built by Mauá Shipyard in Rio de Janeiro, Brazil, being the first vessel designed and built in Brazil according to the common structural rules for double hull oil tankers.

The vessel is an ocean going double-hull clean products tanker, with bulbous bow, transom stern, flush deck, single rudder and single screw controllable pitch propeller direct driven by a low speed diesel engine. The vessel is designed for the carriage of cargo with density varying between 0.68t/m³ and 0.85t/m³, which includes automotive and aviation gasoline, kerosene, naphtha and diesel oil, that can be transported in up to four different segregations.

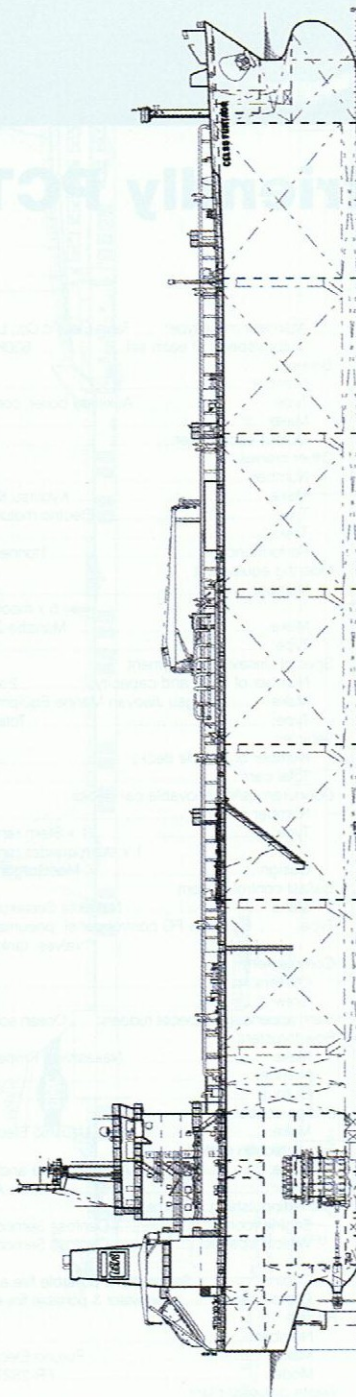
**Celso Furtado** has a continuous deck from stem to stern. The cargo area is divided by six transverse corrugated bulkheads between the cargo tanks, one longitudinal corrugated bulkhead in the center line and two longitudinal bulkheads in way of the side ballast tanks giving a tank arrangement with 12 cargo tanks, two slop tanks and six pairs of water ballast tanks. The fore peak tank, a void space, the chain lockers and the bosun's store are arranged forward the cargo area. The arrangement also includes fuel oil tanks located in engine room with dedicated tanks for low sulphur heavy oil. All fuel oil tanks are of double skin, fully complying with MARPOL 12A regulation for oil fuel tanks protection.

The cargo system is composed by 14 submerged cargo pumps installed one on each cargo and slop tanks, allowing the discharge of the total cargo volume in less than 18 hours. The ballast system is composed by two submerged ballast pumps installed inside ballast tanks no. 5 PS/SB and the piping arrangement allows the ballast exchange procedure to be performed by the Brazilian dilution method.

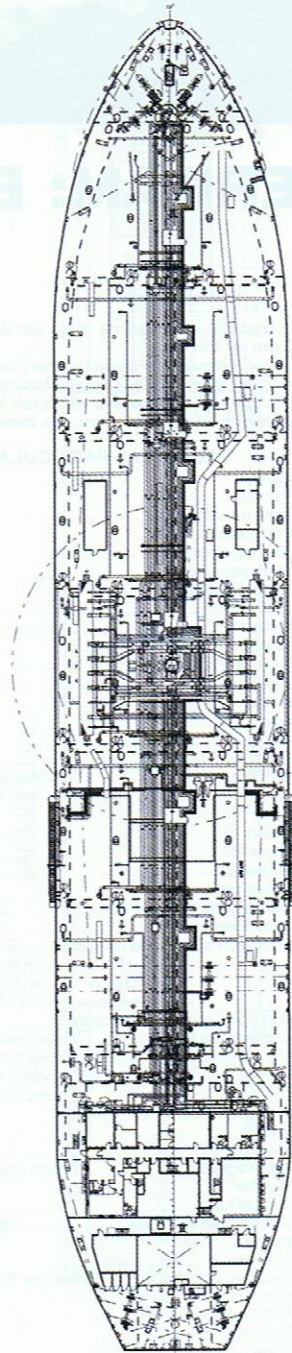




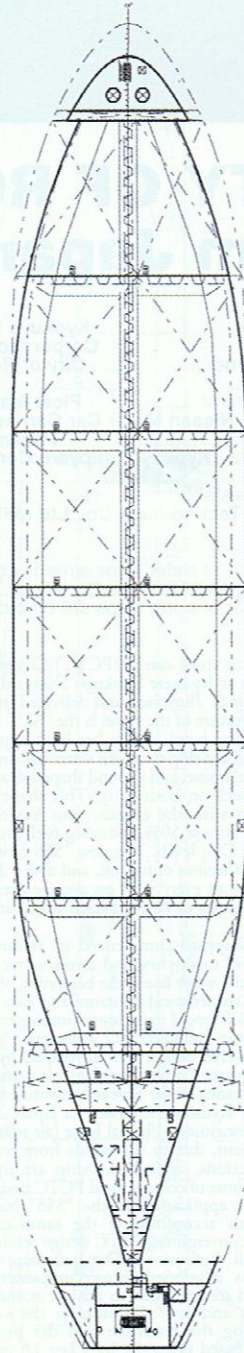
TYPICAL SECTION



PROFILE



MAIN DECK



DOUBLE BOTTOM





## NORD STABILITY: green tanker for Denmark

Shipbuilder: ..... **STX Offshore & Shipbuilding Co., Ltd**  
 Vessel's name: ..... **Nord Stability**  
 Hull No.: ..... **S1535**  
 Owner/Operator: ..... **Norden**  
 Country: ..... **Denmark**  
 Designer: ..... **STX Offshore & Shipbuilding Co., Ltd**  
 Country: ..... **Korea**  
 Flag: ..... **Singapore**  
 IMO number: ..... **9629495**  
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): ..... **nil**  
 Total number of sister ships still on order: ..... **3**

**G**OING green is the target for most vessel owners at the moment with regulations coming into effect making ships more environmentally friendly. Norden is one of those companies following the eco-vessel route with the delivery of *Nord Stability*, the first in a series of four MR-type product tankers was delivered in the 4th quarter of 2012 with the other three vessels *Nord Strength*, *Nord Steady*, *Nord Strong* expected to be delivered in 2013.

Norden notes that fuel efficiency has become a new competitive parameter in the tanker market. The pressure comes from oil majors and oil traders that wish to be regarded as environmentally conscious, which means that vessels operating for them need to reflect this new reality.

The contracting of these vessels is part of Norden's strategy to expand its fleet of owned product tankers by purchasing or contracting quality vessels.

The market prices for second-hand product tankers have now reached levels to which Norden has said that more favourable deals can be made by making newbuilding contracts in default at the yards and improving the planned newbuildings by making them more fuel efficient and eco-friendly.

In addition, Norden has noted the time of delivery is attractive for the company as it expects an improvement in rates and asset prices in the product tanker market from 2013.

The chemical tanker constructed at Jin-hae Shipyard has three longitudinal bulkheads with double bottom and a double hull, and consists of six pairs of cargo oil tanks, one pair of slop tanks, one residue tank, and six pairs of segregated water ballast tanks.

The most significant improvements on the four vessels are that they are fitted with an electronically injected B&W 6S50ME-C8.2 main engine, Mewis Duct, turbo charger with variable geometry, NPT propeller, frequency controlled pumps in the engine room, advanced Silyl Acrylate based bottom coating, improved insulation, GreenStream trim optimisation, CASPER. The Mewis Duct which is installed on all the series of vessels will give an expected power saving of about 3%.

The two stroke engine is compliant with the NOx Tier III regulation. The electricity generating plant consists of three sets of main diesel generator engines and one emergency diesel generator unit.

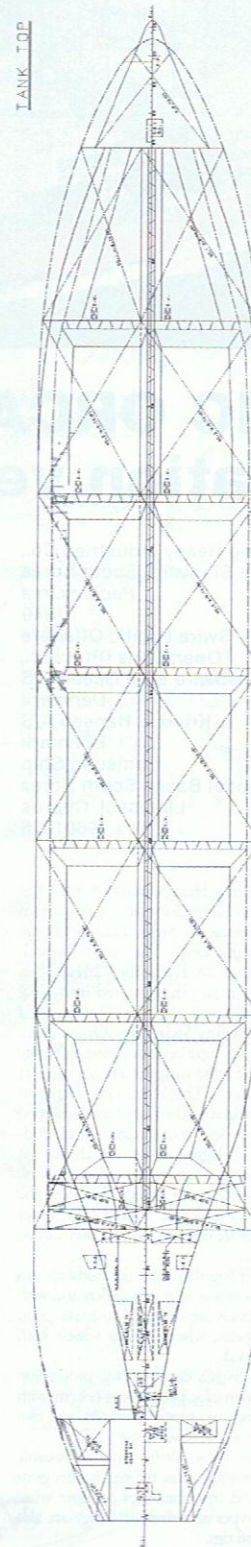
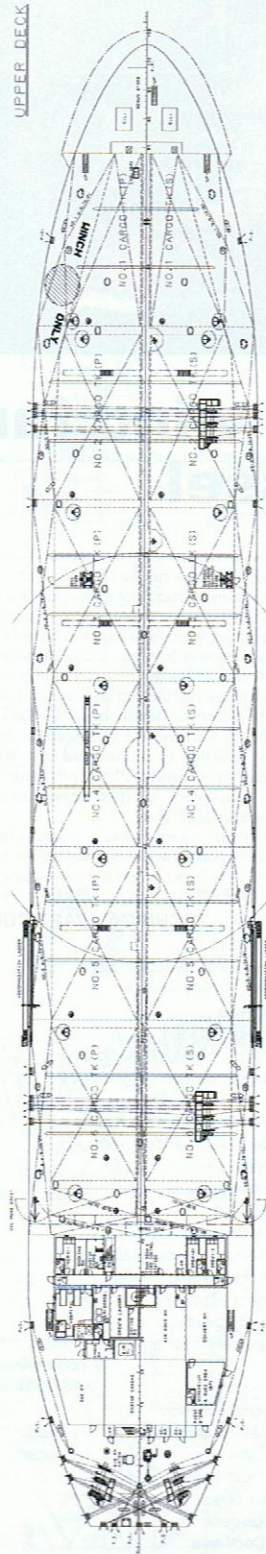
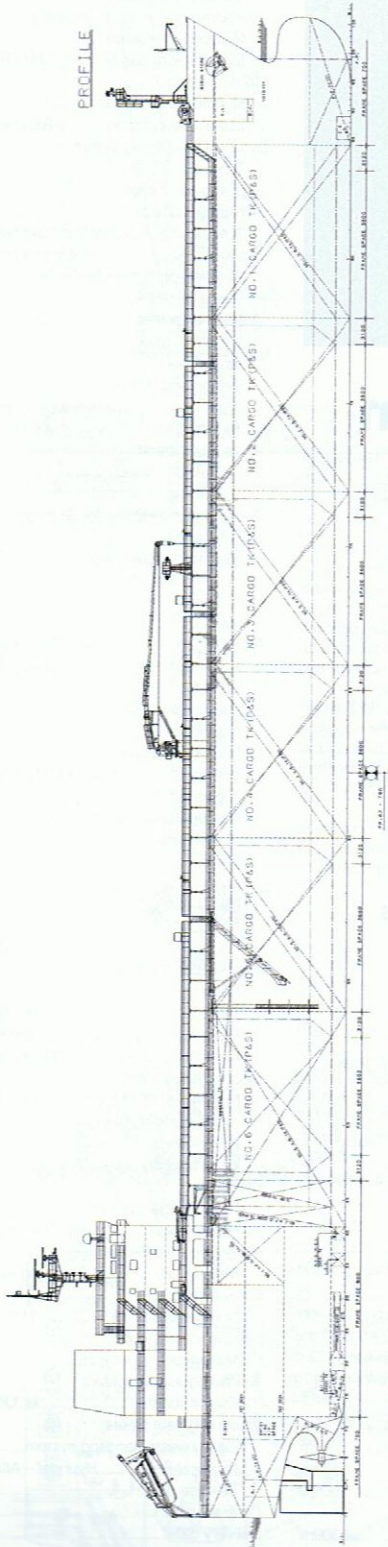
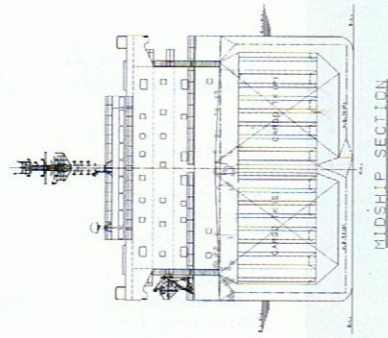
The electronic main engine and other equipment and systems, are altogether expected to improve the overall fuel efficiency of the vessels and reduce the CO<sub>2</sub> emissions by more than 15%. The improvements imply that the vessels, when sailing at normal speed, will consume four tonnes less fuel per day. Compared to Norden's most recent newbuildings from 2007, there is a 25% reduction in fuel consumption and CO<sub>2</sub> emissions.

### TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: ..... 183.00m  
 Length bp: ..... 173.90m  
 Breadth moulded: ..... 32.20m  
 Depth moulded: .....  
 To main deck: ..... 19.8m  
 To upper deck: ..... 19.8m  
 To other decks: ..... 1st deck 14.4m, 2nd deck 8.8m  
 Width of double skin: .....  
 Side: ..... 2.00m  
 Bottom: ..... 2.15m  
 Draught: .....  
 Scantling: ..... 13.15m  
 Design: ..... 11.00m  
 Displacement: ..... 61,345tonnes  
 Lightweight: ..... 10,445tonnes  
 Deadweight: .....  
 Design: ..... 39,814dwt  
 Scantling: ..... 50,900dwt  
 Block co-efficient: ..... 0.8110  
 Speed, service: ..... 14.5knots  
 Cargo capacity: .....  
 Liquid volume: ..... 54,000m<sup>3</sup>  
 Bunkers: .....  
 Heavy oil: ..... 1,120m<sup>3</sup>  
 Diesel oil: ..... 150m<sup>3</sup>  
 Water ballast: ..... 22,150m<sup>3</sup>  
 Daily fuel consumption: .....  
 Main engine only: ..... 27tonnes/day  
 Classification society and notations: ..... DNV +1A1, Tanker for oil and Chemicals ESP, Ship type 2, a2, b3, c3, f2, str 0.075, CSR, E0, COW, COAT-PPRC(B), VCS-2, TMON, BWM-E(s), SPM, BIS, ETC  
 Main engine: .....  
 Model: ..... STX MAN 6S50ME-C8.2  
 Manufacturer: ..... STX Engine  
 Type of fuel: ..... HFO, MDO  
 Output of each engine: ..... 7,570kW x 103rpm  
 Propellers: .....  
 Material: ..... Ni-Al Bronze  
 Designer/manufacturer: ..... Haey Ang  
 Fixed/controllable pitch: ..... Fixed  
 Diameter: ..... 6.2m  
 Speed: ..... 103rpm

Diesel-driven alternators: .....  
 Engine make/type: ..... STX Engine 6L23/30H  
 Type of fuel: ..... HFO, MDO  
 Output/ speed of each set: ..... 960kW x 900rpm  
 Alternator make/type: ..... STX Engine  
 Output/speed of each set: ..... 960kW x 900rpm  
 Boilers: .....  
 Type: ..... PB0301AS12  
 Make: ..... Kangrim  
 Output, each boiler: ..... 18,000kg/h x 7bar  
 Cargo cranes: .....  
 Make: ..... Oriental precision & Engineering Co., Ltd  
 Type: ..... Electric-Hydraulic driven  
 Performance: ..... SWL 3tonnes 2.6m-10m  
 Mooring equipment: .....  
 Number: ..... 2 x windlass combined with 4 x mooring winches  
 Make: ..... Fluttek  
 Type: ..... Hydraulic motor driven  
 Special lifesaving equipment: .....  
 Number of each and capacity: ..... 1 x 26 persons  
 Make: ..... Hyundai Lifeboats Co., Ltd  
 Type: ..... Freefall  
 Cargo tanks: .....  
 Number: ..... 12 x cargo oil tanks 2 x slop tanks  
 Grades of cargo carried: ..... Crude oil having a flash point below 60deg  
 Coated tanks: ..... Jotun Tankguard special ultra  
 Cargo pumps: .....  
 Number: ..... 12  
 Type: ..... MDPC-200, DEEP, CEN, ELEC, MOTRO DRV  
 Make: ..... Maflex  
 Stainless steel: ..... SUS 316L  
 Capacity: ..... 600m<sup>3</sup>  
 Cargo control system: .....  
 Make: ..... Emerson  
 Type: ..... Remote control  
 Ballast control system: .....  
 Make: ..... Emerson  
 Type: ..... Remote control  
 Complement: .....  
 Officers: ..... 12  
 Crew: ..... 13  
 Bridge control system: .....  
 Make: ..... KTE  
 Fire detection system: .....  
 Make: ..... Autronica/BS-200M  
 Fire extinguishing systems: .....  
 Engine room: ..... NK/ fixed high pressure  
 Radar: .....  
 Make: ..... Furuno  
 Waste disposal plant: .....  
 Incinerator: ..... HMMCO/ MAXI NG150 SL WS  
 Contract date: ..... 30 May 2012  
 Launch/float-out date: ..... 04 October 2012  
 Delivery date: ..... 10 December 2012





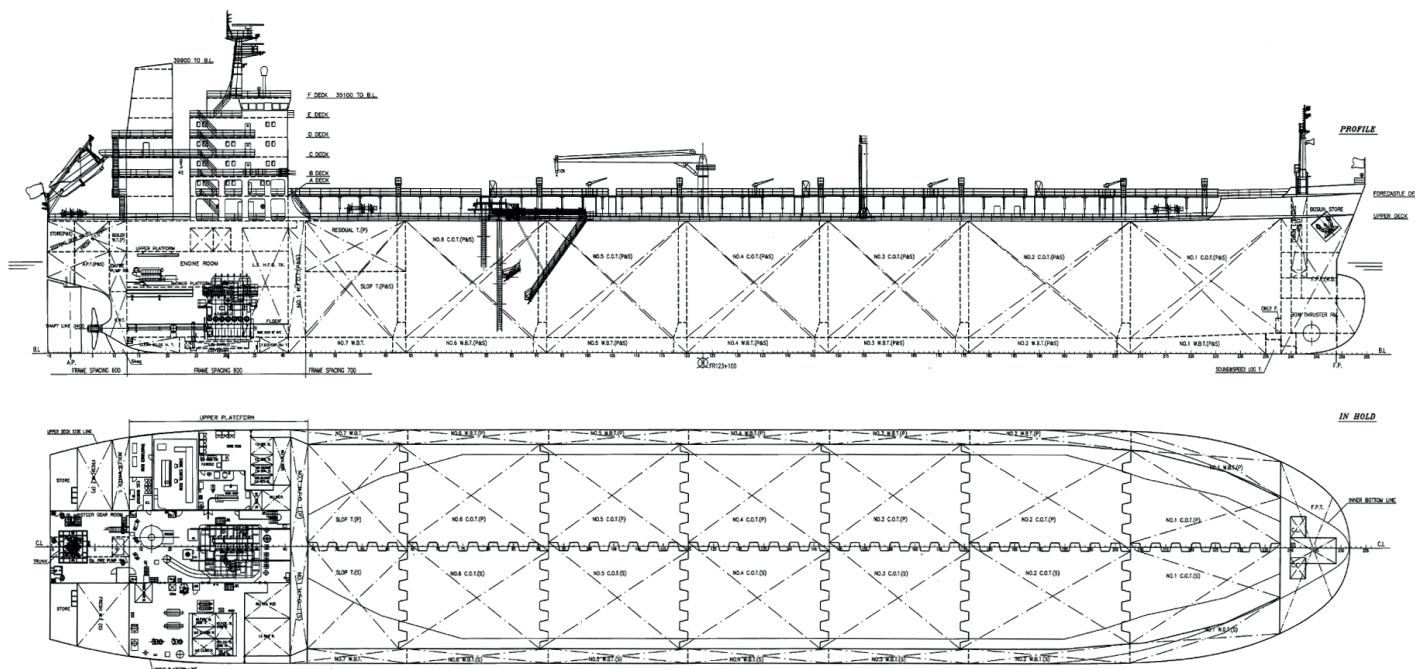


# GSI 52.300 DWT Product Oil & Chemical Tankers

**TOMASOS BROTHERS INC**

Committed to Quality and Safety

## ELEKTRA



<b>VESSEL'S NAME:</b>	<b>ELEKTRA</b>	<b>TYPE OF SHIP:</b>	<b>CHEMICAL</b>
<b>FLAG:</b>	<b>BAHAMAS</b>	<b>TYPE OF HULL:</b>	<b>DOUBLE HULL</b>
<b>PORT OF REGISTRY:</b>	<b>NASSAU</b>	<b>SUMMER DEADWEIGHT:</b>	<b>52,422.80mts</b>
<b>OFFICIAL NO:</b>	<b>8001967</b>	<b>GROSS TONNAGE:</b>	<b>30.240</b>
<b>OWNERS:</b>	<b>Pelican Seacarries Limited</b>	<b>NET TONNAGE:</b>	<b>15.650</b>
	<b>80 BROADSTREET</b>	<b>LIGHTSHIP:</b>	<b>11,973.40mts</b>
	<b>MONROVIA, LIBERIA</b>	<b>L.O.A.:</b>	<b>183.20 Metres</b>
<b>MANAGERS:</b>	<b>TOMASOS BROTHERS INC</b>	<b>L.B.P.:</b>	<b>176.00 Metres</b>
	<b>2, IASSONOS STREET</b>	<b>BEAM:</b>	<b>32,23 mtrs</b>
	<b>PIRAEUS 185 37</b>	<b>DEPTH:</b>	<b>18,20 mtrs</b>
	<b>GREECE</b>	<b>SUMMER DRAFT:</b>	<b>13,00 mtrs</b>
<b>CALL SIGN:</b>	<b>C6ZP2</b>	<b>TPC:</b>	<b>55,62 MT</b>
<b>IMO NUMBER:</b>	<b>9538153</b>	<b>FRESH WATER ALLOWANCE:</b>	<b>290 mm</b>
<b>YEAR BUILT:</b>	<b>2012</b>	<b>CUBIC CAPACITY INCL. SLOPS 98%:</b>	<b>56,353.92m³</b>
<b>PLACE BUILT:</b>	<b>GUANGZHOU SHIPYARD INT. CO. LTD (GSI)</b>	<b>FREEBOARD (S. DRAFT):</b>	<b>5,213 mtrs</b>

## VESSEL INFORMATION

KEEL TO MAST:	47.76 Metres
CRANE SWL:	1 X 10 Tons
TANKS COATED:	YES
COATING:	PHENOLIC EPOXY COATING
TYPE OF CARGO HEATING SYSTEM:	HEATING COILS
CRUDE OIL WASHING	YES
INERT GAS SYSTEM	YES
SEGREGATED BALLAST TANKS	YES
No OF MANIFOLDS	7 x 14"
TYPE OF MANIFOLDS	CAST STEEL BUTTERFLY
DISTANCE RAIL TO MANIFOLDS	4,290 Millimetres
DISTANCE BOW TO MANIFOLDS	91.96 Metres
No AND SIZE OF REDUCERS	5 x 355/254mm (14/10")
	5 x 355/305mm (14/12")
	5 x 355/203mm (14/8")
	12 x 355/406mm (14/16")
	2 x 254/406mm (10/16")
NUMBER OF CARGO OIL TANKS	6 WING CARGO OIL TANKS & 2 SLOP TANKS+ Residual Tank
NUMBER OF SEGREGATIONS:	7
CARGO PUMPS:	12 CENTRIFUGAL DW 550m³/HR, 2 CENTRIFUGAL DW 300m³/HR, CENTRIFUGAL DW: 70m³/HR
	6,160 Cu. Metres/Hour
WINCHES B.H.C.:	32T
MAIN ENGINE:	MAN B&W 6550 MC-C
B.H.P.(KW):	12.889 (9.480)
GENERATORS:	3X 620 BHP
VESSEL'S CLASSIFICATION SOCIETY	D.N.V.
ISM CERTIFYING BODY:	RINA.
VESSEL'S P&I CLUB	U.K. P&I CLUB

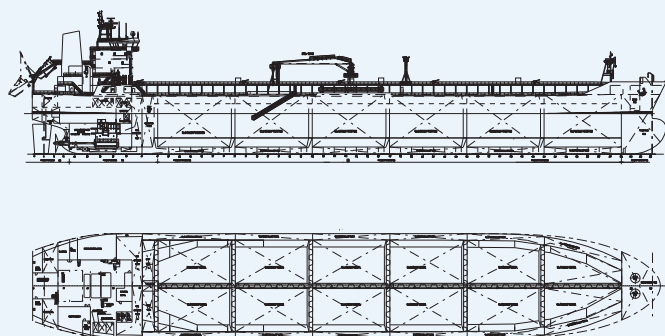
### CARGO OIL TANK CAPACITIES

TANK CAPACITY	
98% M3	
1 WINGS (1 P/S)	6910.203 m³
2 WINGS (2 P/S)	9746.163 m³
3 WINGS (3 P/S)	8650.868 m³
4 WINGS (4 P/S)	8630.705 m³
5 WINGS (5 P/S)	8639.789 m³
6 WINGS (6 P/S)	8609.708 m³
SLOP TANK(SLOP P/S)	5166.483 m³
GRAND TOTAL	56,359.919 m³
TOTAL CAPACITY BALLAST	21,965.08 Cu. Metres

# Tanker for Oil, Oil Products and Chemicals

52,600 DWT

TANKERS



Builder / Yard No.: Shipyard 3. MAJ / 695  
Name: ANCE  
Owner / Flag: SLOKA NAVIGATION, INC./MARSHALL ISLANDS  
Sister ships: 696 - 704  
Designed by: Shipyard 3. MAJ  
Delivered: 2006

The ship is single screw diesel engine driven, double hull tanker for oil, oil products and IMO type 2 tanker for liquid chemicals. There are one continuous deck, forecastle, bulbous bow and transom stern. Accommodation and engine room are located at the aft part of the vessel. Cargo space is divided into six (6) pairs of cargo tanks, one (1) pair of slop tanks and one (1) retention tank. The structure of cargo tanks is designed for cargo density of 1.025 t/m<sup>3</sup> in completely filled tanks (including zig-zag loading for port to port service). The structure of cargo tanks is also designed for cargo density up to 1.54 t/m<sup>3</sup> in partially filled tanks with filling height limited by equivalent load of full tank with a cargo density of 1.025 t/m<sup>3</sup>. The cargo and slop tanks are divided by center line and transverse vertically corrugated bulkheads. The stiffening structure is outside the cargo tanks. Cofferdams are fitted between FO tanks as well as LO tanks. The entire cargo tanks length is protected by double hull, forming six (6) pairs of water ballast tanks. Engine room is equipped for unattended operation.

Classification: DNV - 1A1 Tanker for Oil & Chemicals, ESP, EO, SPM, ICE-1B, TMON, NAUTICUS (New building) DAT (-20 deg C) IMO Ship type 2

Length overall (extreme)	195.16 m
Length between perpendiculars	187.30 m
Breadth, moulded	32.20 m
Depth, moulded to upper deck	17.806 m
Design draught (extreme)	12.018 m
Deadweight at design draught (12.018 m)	49,788 t
Summer draught (extreme)	12,518 m
Deadweight at summer draught (12.518 m)	52,622 t

Main engine	3. MAJ - WÄRTSILA NSD 7 RTA 48 T-B
CMCR	9,650 kW at 123 min-1
Trial speed with 8,200 kW	
(85% CMCR) at draught 12,518 m	15,00 knots

## Capacities (100%)

Cargo tanks (slop included)	58,691 m <sup>3</sup>
Retention tank	222 m <sup>3</sup>
Ballast tanks	23,850 m <sup>3</sup>
Heavy fuel oil	1,591 m <sup>3</sup>
Diesel oil	194 m <sup>3</sup>
Lubrication oil	78 m <sup>3</sup>
Fresh water	351 m <sup>3</sup>

Cargo unloading time	abt. 18 hours
Consumption of HFO	169.9 g/kWh + 5%
Cruising range	abt. 13,400 nautical miles
Crew complement	24 + 4 spare

## Painting

Cargo tanks - Phenolic epoxy  
Ballast tanks - Light colour epoxy

## Cargo equipment

Each cargo line is connected with three cargo tanks connected to own midship crossover manifold. Slop tanks and retention tank are arranged with one common crossover manifold. One crossover line connects all cargo manifold lines. Loading of cargo tanks through drop lines. Four stripping lines up to manifold. Remote operation main valves in cargo area from cargo control room.

Hydraulically driven submerged centrifugal pumps:

- Cargo tanks: 12 x 550 m<sup>3</sup>/h at 130 mlc
- Slop tanks: 2 x 300 m<sup>3</sup>/h at 130 mlc
- Retention tank: 1 x 100 m<sup>3</sup>/h at 130 mlc
- Two portable pumps: 2 x 70 m<sup>3</sup>/h at 70 mlc

Total discharging capacity: abt. 3,300 m<sup>3</sup>/h at 130 mlc, cargo density 0.8 t/m<sup>3</sup>, viscosity 1,0 cSt.

High-pressure common hydraulic system for simultaneous running of 6 cargo pumps. Four electro driven hydraulic power units, each of 420 kW. Cargo pumps and pipes are of stainless steel AISI 316L.

Cargo tank heating with deck cargo heater. Slop and retention tanks heating with heating coils.

Inert gas generator, capacity 4,200 m<sup>3</sup>/h.

Fixed tank cleaning machines.

Hydraulic hose handling crane, 100 kN SWL.

## Steam plant

- Two oil fired boilers, steam capacity 10 t/h at 8.0 bar
- One exhaust gas boiler, steam capacity 1,5 t/h at 8.0 bar

## Auxiliary engines plant

- Three diesel generator sets, 1,010 kW at 900 min-1 each
- One emergency diesel generator set

INTERTANKO'S STANDARD TANKER CHARTER QUESTIONNAIRE 88 (Q88)					Version 3
1.	VESSEL DESCRIPTION				
1.1	Date updated:		Dec 27, 2011		
1.2	Vessel's name:		Zaurak Star		
1.3	IMO number:		9324497		
1.4	Vessel's previous name(s) and date(s) of change:		Not Applicable		
1.5	Date delivered:		Nov 20, 2006		
1.6	Builder (where built):		DAEWOO SHIPBUILDING AAND MARINE ENGINEER LTD OKPO KOREA		
1.7	Flag:		Liberia		
1.8	Port of Registry:		Monrovia		
1.9	Call sign:		A8FH8		
1.10	Vessel's satcom phone number:		764668991		
	Vessel's fax number:		764668992		
	Vessel's telex number:		463791859		
	Vessel's email address:		zaurakstar@vela.ae		
1.11	Type of vessel:		Oil Tanker		
1.12	Type of hull:		Double Hull		
Classification					
1.13	Classification society:		Lloyds Register		
1.14	Class notation:		HULL; +100A DUBLE HULL OIL TANKER,(SD,FDA,CM) ESP,LI,*IWS,SPM MACHINERY;LMC,UMS,IGS,NAV1,IBS.DESCRPTIVE NOTATION pt.Higher tensile steel,ShipRight (PCWBT 11/06)BWMP(S,F)PL,SBT,ETA,COW.		
1.15	If Classification society changed, name of previous society:		N/A		
1.16	If Classification society changed, date of change:		Not Applicable		
1.17	IMO type, if applicable:		1		
1.18	Does the vessel have ice class? If yes, state what level:		No , N/A		
1.19	Date / place of last dry-dock:		Nov 12, 2011	ASRY Bahrain	
1.20	Date next dry dock due		Nov 01, 2016		
1.21	Date of last special survey / next survey due:		Not Applicable	Nov 01, 2013	
1.22	Date of last annual survey:		Nov 12, 2011		
1.23	If ship has Condition Assessment Program (CAP), what is the latest overall rating:				
1.24	Does the vessel have a statement of compliance issued under the provisions of the Condition Assessment Scheme (CAS): If yes, what is the expiry date?		N/A Not Applicable		
Dimensions					
1.25	Length Over All (LOA):		200 m		
1.26	Length Between Perpendiculars (LBP):		191 m		
1.27	Extreme breadth (Beam):		32.2 m		
1.28	Moulded depth:		18 m		
1.29	Keel to Masthead (KTM) / KTM in collapsed condition (if applicable):		52 m	m	
1.30	Bow to Center Manifold (BCM) / Stern to Center Manifold (SCM):		98.5 m	101.5 m	
1.31	Distance bridge front to center of manifold:		65.4 m		
1.32	Parallel body distances:		Lightship	Normal Ballast	Summer Dwt
	Forward to mid-point manifold:		52 m	54 m	55 m
	Aft to mid-point manifold:		22 m	42 m	51 m
	Parallel body length:		74 m	96 m	106 m
1.33	FWA at summer draft / TPC immersion at summer draft:		263 mm	57.4 MT	
1.34	What is the max height of mast above waterline (air draft)		Full Mast		Collapsed Mast
	Lightship:		49.495 m		0.000 m
	Normal ballast:		45.061 m		0.000 m
	At loaded summer deadweight:		40.293 m		0.000 m

Tonnages					
1.35	Net Tonnage:		12794		
1.36	Gross Tonnage / Reduced Gross Tonnage (if applicable):		32083		
1.37	Suez Canal Tonnage - Gross (SCGT) / Net (SCNT):		33174.9	28036.16	
1.38	Panama Canal Net Tonnage (PCNT):		26604		
Loadline Information					
1.39	Loadline	Freeboard	Draft	Deadweight	Displacement
	Summer:	6.325 m	11.707 m	49000 MT	60410.4 MT
	Winter:	6.569 m	11.463 m	47605 MT	59015.4 MT
	Tropical:	6.081 m	11.951 m	50398.8 MT	61809.2 MT
	Lightship:	15.536 m	2.505 m		11364.6 MT
	Normal Ballast Condition:	11.093 m	6.939 m	22687.9 MT	34052.5 MT
1.40	Does vessel have multiple SDWT?			N/A	
1.41	If yes, what is the maximum assigned deadweight?			MT	
Ownership and Operation					
1.42	Registered owner - Full style:		Vela international Marine LTD Vela International Marine Ltd 7th Floor, City Tower 2, Sheikh Zayed Road, PO Box 26373, Dubai, UAE Tel: 00971431232 Fax: 0097143315999 Telex: N/A Email: fgs@vela.ae Web: www.vela.ae Company IMO#: 5273311		
1.43	Technical operator - Full style:		VELA ITERNATIONAL MARINE LTD SHEIKH ZAYED ROAD,CITY TOWER 2 P.O BOX 26373 UAE Tel: 0097143123200 Fax: 0097143315675 Telex: N/A Email: fsg@vela.ae Web: www.vela.ae Company IMO#: 1376181		
1.44	Commercial operator - Full style:		VELA INTERNATIONAL MARINE LTD PRODUCT CHARTERING AND SCHEDULING P.O BOX 26373 DUBAI UAE Tel: +971 50 458 1686 Fax: + 971 4 331 7383 Telex: 48481 VELA DUB Email: Scheduling.vela@vela.ae Web: www.vela.ae		
1.45	Disponent owner - Full style:		VELA INTERNATIONAL MARINE LTD. PRODUCT CHARTERING AND SCHEDULING, SHEIKH ZAYED ROAD, CITY TOWER2, P.O.BOX 26373, DUBAI, UAE. Tel: +971 4 3123200 Fax: +971 4 3315675 Email: fsg@aramco.com		
2.	CERTIFICATION	Issued	Last Annual or Intermediate	Expires	
2.1	Safety Equipment Certificate:	Nov 12, 2011	Nov 12, 2011	Nov 19, 2016	
2.2	Safety Radio Certificate:	Nov 12, 2011	Nov 12, 2011	Nov 19, 2016	
2.3	Safety Construction Certificate:	Nov 12, 2011	Nov 12, 2011	Nov 19, 2016	
2.4	Loadline Certificate:	Nov 12, 2011	Nov 12, 2011	Nov 19, 2016	
2.5	International Oil Pollution Prevention Certificate (IOPPC):	Nov 12, 2011	Nov 12, 2011	Nov 12, 2016	
2.6	Safety Management Certificate (SMC):	Jul 20, 2007	Nov 08, 2009	May 26, 2012	
2.7	Document of Compliance (DOC):	Jul 05, 2007	Aug 18, 2011	May 31, 2012	
2.8	USCG (specify: COC, LOC or COI): Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable	
2.9	Civil Liability Convention Certificate (CLC):	Dec 21, 2011		Feb 20, 2013	
2.10	Civil Liability for Bunker Oil Pollution Damage Convention Certificate (CLBC):	Dec 21, 2011		Feb 20, 2013	

2.11	U.S. Certificate of Financial Responsibility (COFR):	Not Applicable		
2.12	Certificate of Fitness (Chemicals):	Not Applicable		
2.13	Certificate of Fitness (Gas):	Not Applicable		
2.14	Certificate of Class:	Nov 12, 2011	Nov 12, 2011	Nov 19, 2016
2.15	International Ship Security Certificate (ISSC):	May 05, 2007	Nov 08, 2009	May 26, 2012
2.16	International Sewage Pollution Prevention Certificate (ISPPC)	Nov 12, 2011		Nov 19, 2016
2.17	International Air Pollution Prevention Certificate (IAPP):	Nov 12, 2011	Nov 12, 2011	Nov 19, 2016
Documentation				
2.18	Does vessel have all updated publications as listed in the Vessel Inspection Questionnaire, Chapter 2- Question 2.24, as applicable:		Yes	
2.19	Owner warrant that vessel is member of ITOPF and will remain so for the entire duration of this voyage/contract:		Yes	
3.	CREW MANAGEMENT			
3.1	Nationality of Master:		Polish	
3.2	Nationality of Officers:		Saudi, Polish, Egyptian	
3.3	Nationality of Crew:		SAUDI,PAKISTANI	
3.4	If Officers/Crew employed by a Manning Agency - Full style:		Officers: MESSA 53 VECTOR AMMANUEL STREET 4TH FLOOR SMOUHA ALEXANDRIA, EGYPT Tel: 02034209773 Fax: 0020 3 420 9775 Telex: Not Applicable Email: info@meesa.com.eg Crew: MACKINNON KARACHI MACKINNON MACKENZIE & CO. MACKINNON BUILDING I.I CHUNDRIGAR ROAD P.O BOX 74000 KARACHI PAKISTAN Tel: 2413041 / 2412916 Fax: 2424115 Telex: Not Applicable Email: crew@mackpak.com	
3.5	What is the common working language onboard:		English	
3.6	Do officers speak and understand English:		Yes	
3.7	In case of Flag Of Convenience, is the ITF Special Agreement on board:		N/A	
4.	HELICOPTERS			
4.1	Can the ship comply with the ICS Helicopter Guidelines:		Yes	
4.2	If Yes, state whether winching or landing area provided:		Winching	
5.	FOR USA CALLS			
5.1	Has the vessel Operator submitted a Vessel Spill Response Plan to the US Coast Guard which has been approved by official USCG letter:		Yes	
5.2	Qualified individual (QI) - Full style:			
5.3	Oil Spill Response Organization (OSRO) -Full style:			
5.4	Has technical operator signed the SCIA / C-TPAT agreement with US customs concerning drug smuggling:			
6.	CARGO AND BALLAST HANDLING			
Double Hull Vessels				
6.1	Is vessel fitted with centerline bulkhead in all cargo tanks:			
6.2	If Yes, is bulkhead solid or perforated:		Solid	
Cargo Tank Capacities				
6.3	Capacity (98%) of each natural segregation with double valve		Seg#1: 16592.2 m3 (1P, 1S, 5P, 5S)	



	(specify tanks):	Seg#2: 18602.6 m3 (2P, 2S, 6P, 6S) Seg#3: 1055280 m3 (3P, 3S, SLOP P) Seg#4: 10661.3 m3 (4P, 4S, SLOP S)		
6.4	Total cubic capacity (98%, excluding slop tanks):	54390.400 m3		
6.5	Slop tank(s) capacity (98%):	2055.300 m3		
6.6	Residual/Retention oil tank(s) capacity (98%), if applicable:	107.4 m3		
6.7	Does vessel have Segregated Ballast Tanks (SBT) or Clean Ballast Tanks (CBT):	SBT		
SBT Vessels				
6.8	What is total capacity of SBT?	23787.1 m3		
6.9	What percentage of SDWT can vessel maintain with SBT only:	49.76 %		
6.10	Does vessel meet the requirements of MARPOL Annex I Reg 18.2: (previously Reg 13.2)	Yes		
Cargo Handling				
6.11	How many grades/products can vessel load/discharge with double valve segregation:	4		
6.12	Maximum loading rate for homogenous cargo per manifold connection:	1800 m3/hr		
6.13	Maximum loading rate for homogenous cargo loaded simultaneously through all manifolds:	4800 m3/hr		
6.14	Are there any cargo tank filling restrictions. If yes, please specify:	N/A		
Pumping Systems				
6.15	Pumps:	No.	Type	Capacity
	Cargo:	12 2	Centerfugal FRAMO Centerfugal FRAMO	600 M3/HR 300 M3/HR
	Stripping:	1	Retention TK Certerfugal FRAMO	50 m3/hr
	Eductors:	0		m3/hr
	Ballast:	2	Centerfugal FRAMO	1000 m3/hr
6.16	How many cargo pumps can be run simultaneously at full capacity:			
Cargo Control Room				
6.17	Is ship fitted with a Cargo Control Room (CCR):	Yes		
6.18	Can tank innage / ullage be read from the CCR:	Yes		
Gauging and Sampling				
6.19	Can ship operate under closed conditions in accordance with ISGOTT:	Yes		
6.20	What type of fixed closed tank gauging system is fitted:	Radar		
6.21	Are overfill (high-high) alarms fitted? If Yes, indicate whether to all tanks or partial:	All tanks		
Vapor Emission Control				
6.22	Is a vapor return system (VRS) fitted:	Yes		
6.23	Number/size of VRS manifolds (per side):	2		300 mm
Venting				
6.24	State what type of venting system is fitted:	High - Velocity P/V valves and matrisers		
Cargo Manifolds				
6.25	Does vessel comply with the latest edition of the OCIMF 'Recommendations for Oil Tanker Manifolds and Associated Equipment':	Yes		
6.26	What is the number of cargo connections per side:	4		
6.27	What is the size of cargo connections:	350 mm		
6.28	What is the material of the manifold:	mild steel STPG		
Manifold Arrangement				
6.29	Distance between cargo manifold centers:	2000 mm		
6.30	Distance ships rail to manifold:	4600 mm		
6.31	Distance manifold to ships side:	4600 mm		

6.32	Top of rail to center of manifold:			715 mm		
6.33	Distance main deck to center of manifold:			2016 mm		
6.34	Manifold height above the waterline in normal ballast / at SDWT condition:			12.366 m	8.403 m	
6.35	Number / size reducers:			8 x 350/400mm (14/16") 4 x 350/500mm (14/20") 4 x 350/300mm (14/12") 4 x 350/250mm (14/10") 4 x 350/200mm (14/8")		
Stern Manifold						
6.36	Is vessel fitted with a stern manifold:			No		
6.37	If stern manifold fitted, state size:			mm		
Cargo Heating						
6.38	Type of cargo heating system?					
6.39	If fitted, are all tanks coiled?			No		
6.40	If fitted, what is the material of the heating coils:			Stainless Steel		
6.41	Maximum temperature cargo can be loaded/maintained:					
Tank Coating						
6.42	Are cargo, ballast and slop tanks coated?		Coated	Type	To What Extent	
	Cargo tanks:		Yes	epoxy	Whole Tank	
	Ballast tanks:		Yes	EPOXY	Whole Tank	
	Slop tanks:		Yes	EPOXY	Whole Tank	
6.43	If fitted, what type of anodes are used:			ZN-ANODES		
7.	INERT GAS AND CRUDE OIL WASHING					
7.1	Is an Inert Gas System (IGS) fitted:			Yes		
7.2	Is IGS supplied by flue gas, inert gas (IG) generator and/or nitrogen:					
7.3	Is a Crude Oil Washing (COW) installation fitted:			Yes		
8.	MOORING					
8.1	Mooring wires (on drums)	No.	Diameter	Material	Length	Breaking Strength
	Forecastle:		mm	Not Applicable	m	MT
	Main deck fwd:		mm	Not Applicable	m	MT
	Main deck aft:		mm	Not Applicable	m	MT
	Poop deck:		mm	Not Applicable	m	MT
8.2	Wire tails	No.	Diameter	Material	Length	Breaking Strength
	Forecastle:	4	65 mm	Nylon	11 m	65.1 MT
	Main deck fwd:	4	65 mm	Nylon	11 m	65.1 MT
	Main deck aft:	4	65 mm	Nylon	11 m	65.1 MT
	Poop deck:	6	65 mm	Nylon	11 m	65.1 MT
8.3	Mooring ropes (on drums)	No.	Diameter	Material	Length	Breaking Strength
	Forecastle:	4	28 mm	HDPE	250 m	56.7 MT
	Main deck fwd:	4	28 mm	HDPE	250 m	56.7 MT
	Main deck aft:	4	28 mm	HDPE	250 m	56.7 MT
	Poop deck:	6	28 mm	HDPE	250 m	56.7 MT
8.4	Other mooring lines	No.	Diameter	Material	Length	Breaking Strength
	Forecastle:	2	28 mm	HDPE	250 m	56.7 MT
	Main deck fwd:		mm		m	MT
	Main deck aft:		mm		m	MT
	Poop deck:	3	28 mm	HDPE	250 m	56.7 MT
8.5	Mooring winches		No.	# Drums		Brake Capacity
	Forecastle:		2	Double Drums		28.5 MT



	Main deck fwd:	2	Double Drums	28.5 MT
	Main deck aft:	2	Double Drums	28.5 MT
	Poop deck:	2		28.5 MT
8.6	Mooring bitts		No.	SWL
	Forecastle:	6		47.5 MT
	Main deck fwd:	4		47.5 MT
	Main deck aft:	3		47.5 MT
	Poop deck:	8		47.5 MT
8.7	Closed chocks and/or fairleads of enclosed type		No.	SWL
	Forecastle:	10		47.5 MT
	Main deck fwd:	14		47.5 MT
	Main deck aft:	12		47.5 MT
	Poop deck:	22		47.5 MT
Emergency Towing System				
8.8	Type / SWL of Emergency Towing system forward:	ZK-78/ETS 200-F, Pusnes A/S, Norway		200 MT
8.9	Type / SWL of Emergency Towing system aft:	ETS 200-F, Pusnes A/S, Norway		200 MT
Anchors				
8.10	Number of shackles on port cable:			
8.11	Number of shackles on starboard cable:			
Escort Tug				
8.12	What is SWL and size of closed chock and/or fairleads of enclosed type on stern:	200 MT	600x450	
8.13	What is SWL of bollard on poopdeck suitable for escort tug:	200 MT		
Bow/Stern Thruster				
8.14	What is brake horse power of bow thruster (if fitted):	bhp	0 Kw	
8.15	What is brake horse power of stern thruster (if fitted):	bhp	0 Kw	
Single Point Mooring (SPM) Equipment				
8.16	Does vessel comply with the latest edition of OCIMF 'Recommendations for Equipment Employed in the Mooring of Vessels at Single Point Moorings (SPM)':	Yes		
8.17	Is vessel fitted with chain stopper(s):	Yes		
8.18	How many chain stopper(s) are fitted:	2		
8.19	State type of chain stopper(s) fitted:	ZK-78 Pusnes A/S Norway		
8.20	Safe Working Load (SWL) of chain stopper(s):	200 MT		
8.21	What is the maximum size chain diameter the bow stopper(s) can handle:	76 mm		
8.22	Distance between the bow fairlead and chain stopper/bracket:	2815 mm		
8.23	Is bow chock and/or fairlead of enclosed type of OCIMF recommended size (600mm x 450mm)? If not, give details of size:	Yes		
Lifting Equipment				
8.24	Derrick / Crane description (Number, SWL and location):	Cranes: 2 x 10 Tonnes port and STB		
8.25	What is maximum outreach of cranes / derricks outboard of the ship's side:	8 m		
Ship To Ship Transfer (STS)				
8.26	Does vessel comply with recommendations contained in OCIMF/ICS Ship To Ship Transfer Guide (Petroleum or Liquefied Gas, as applicable):	Yes		
9.	MISCELLANEOUS			
Engine Room				
9.1	What type of fuel is used for main propulsion?	HFO 380 , 180 CST		
9.2	What type of fuel is used in the generating plant?	HFO 380, 180 CST		
9.3	Capacity of bunker tanks - IFO and MDO/MGO:	1984.200 m3	210.000 m3	

			64.000 m3
9.4	Is vessel fitted with fixed or controllable pitch propeller(s)?	Fixed Pitch	
Insurance			
9.5	P & I Club - Full Style:	UK CLUB thomas miller p&I ltd 90 fenchurch street london EC3M 4ST Tel: 44 20 72834646 Fax: 44 20 76219761 Email: <a href="mailto:underwriting.ukclub@thomasmiller.co">underwriting.ukclub@thomasmiller.co</a>	
9.6	P & I Club coverage - pollution liability coverage:	1000000 US\$	
Port State Control			
9.7	Date and place of last Port State Control inspection:	Dec 26, 2010 / Yanbu / Saudi Arabia	
9.8	Any outstanding deficiencies as reported by any Port State Control:	No	
9.9	If yes, provide details:		
Recent Operational History			
9.10	Has vessel been involved in a pollution, grounding, serious casualty or collision incident during the past 12 months? If yes, full description:	Pollution: No , Grounding: No , Serious casualty: No , Collision: No ,	
9.11	Last three cargoes / charterers / voyages (Last / 2nd Last / 3rd Last):	Contact owner for details	
Vetting			
9.12	Date/Place of last SIRE Inspection:	Feb 20, 2011 / Jeddah	
9.13	Date/Place of last CDI Inspection:	N/A	
9.14	Recent Oil company inspections/screenings (To the best of owners knowledge and without guarantee of acceptance for future business)*:  <i>*Blanket "approvals" are no longer given by Oil Majors and ships are accepted for the voyage on a case by case basis.</i>	Contact owner for details.	
Version 3 ( <a href="#">INTERTANKO</a> / <a href="#">Q88.com</a> )			





## WESTERN BALTIC: Hyundai Mipo product tanker for Swiss owner

Shipbuilder: ..... Hyundai Mipo Dockyard Co Ltd, Korea  
 Vessel's name: ..... *Western Baltic*  
 Hull number: ..... 0303  
 Owner/operator: ..... Western Petroleum SA, Switzerland  
 Designer: ..... Hyundai Mipo Dockyard Co Ltd, Korea  
 Model test establishment used: ..... Hyundai Maritime Research Institute, Korea  
 Flag: ..... Bahamas  
 Total number of sister ships already completed: ..... 1  
 Total number of sister ships still on order: ..... 3

**H**YUNDAI Mipo's reputation as a builder of product tankers is surely emphasised by the fact that at the end of 2004, the company's order book contained no less than 100 vessels of this type, mainly comprised of two designs: one of 35,000/37,000dwt and the other circa 46,000dwt. This Western Petroleum series is a modified version of the latter size, displaying increases in length, draught, deadweight and cargo capacity over previous, similar vessels. A higher-powered engine produces a faster service speed, but perhaps the most interesting and outwardly obvious change lies with the underwater profile of the bulbous bow which now presents a distinctive 'straight-line' leading edge.

*Western Baltic* is a single-decked vessel with a forecastle linked by a fore and aft gangway to the superstructure aft. Positioned above the machinery space and separated from the funnel casing to reduce noise and vibration problems, this provides accommodation for a crew of 28, served by a free-fall lifeboat at the stern. The double hull forms side tanks, joined with double bottom spaces divided by a central duct keel, to provide six pairs of combined 'L-shaped' ballast tanks. Within the double skin, the cargo space is separated by longitudinal, and centreline bulkheads into 12 tanks designated to carry petroleum products, crude oil and IMO Type III cargoes of pollution categories III, A, B, C and D.

In anticipation of an increase in trade within the Russian oil market, Western Petroleum has followed other owners by including the requirements of Lloyd's Class 1A ice strengthening in the design of these newbuildings. The ships also incorporate 40% high-tensile steel in their construction, and have been built to operate within a temperature range of -40°C to +34°C. Pipes and fittings are fabricated from stainless steel and the twelve 600m<sup>3</sup>/h Framo submerged cargo pumps, and 2 x 300m<sup>3</sup>/hour pumps serving the slop tanks, are made from the same material.

As noted above, *Western Baltic* has been fitted with a more powerful main engine than that specified for

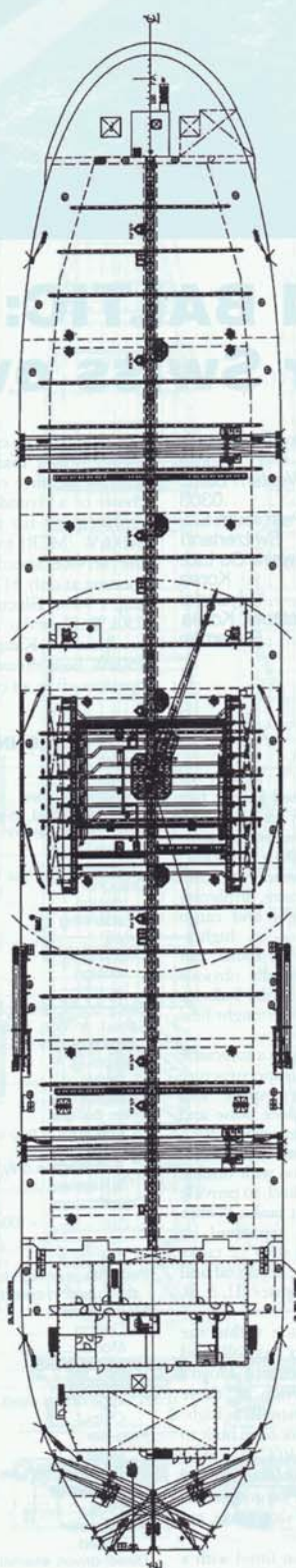
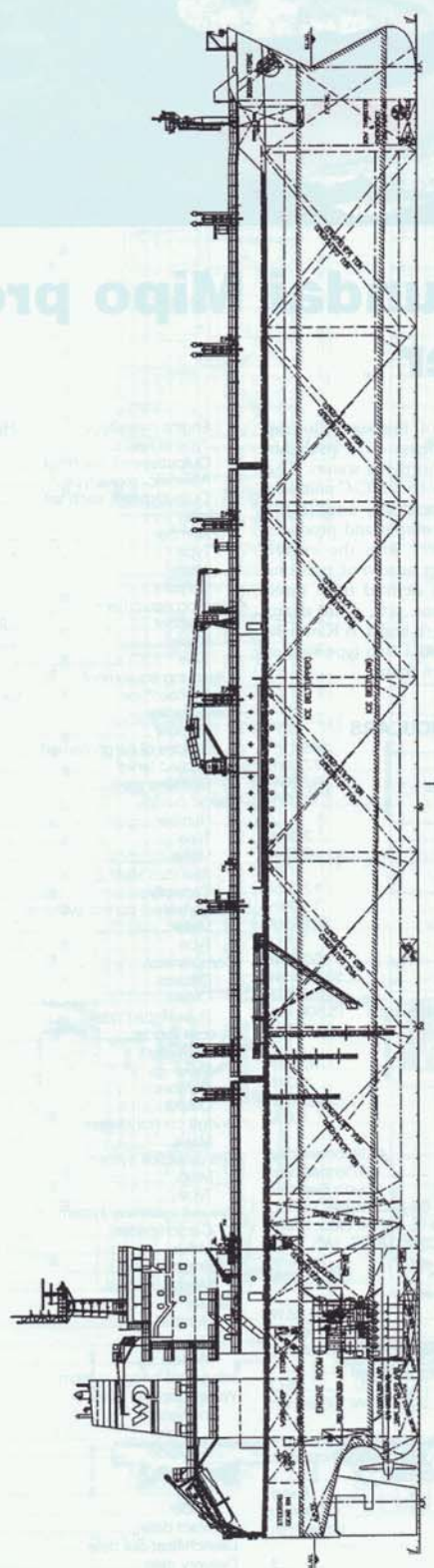
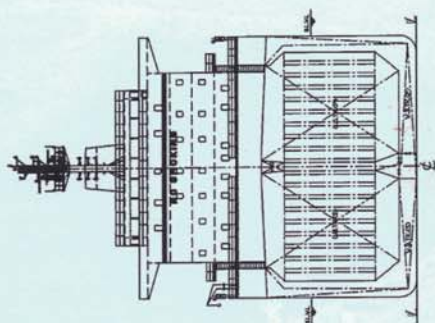
Hyundai Mipo's earlier vessels of this size, allowing higher power margins to compensate for probable adverse weather conditions in northern waters. The choice of a Hyundai-MAN B&W 6S60MC-C unit, as a replacement for a 6S50-size machine, adds some 4000kW (MCR) to the available output and produces the service speed of 15.5knots with the engine running at only 81.50% full power instead of previous ship's 90%. Electrical supply is derived from three 730kW Hyundai diesel-alternator sets, with steam produced in a KangRim 20,000kg/h boiler. A Kawasaki 950kW bow thruster is fitted and a flap-type rudder operates aft in an open-water stern frame.

### TECHNICAL PARTICULARS

Length, oa	186.41m
Length, bp	177.00m
Breadth, moulded	32.20m
Depth, moulded, to main deck	18.50m
Width of double skin	
side	2.00m
bottom	2.15m
Draught	
design	12.00m
scantling	13.00m
Gross	30,053gt
Deadweight	
design	47,500dwt
scantling	53,000dwt
Block coefficient, scantling draught	0.833
Speed, service, 81.5% MCR, 15% sea margin	15.50knots
Cargo capacity	55,200m <sup>3</sup>
Bunkers	
heavy oil	1650m <sup>3</sup>
diesel oil	280m <sup>3</sup>
Water ballast	24,000m <sup>3</sup>
percentage segregated	100%
Fuel consumption	
main engine only	46.60tonnes/day
auxiliaries	2.97tonnes/day
Classification	Lloyd's Register +100A1, Double Hull Oil & Chemical Tanker, Ship Type III, ESP, + LMC, UMS, LI, IGS, Ice Class 1A, FS, IWS, SCM
Percentage of high-tensile steel used in construction	40%
Main engine	
Design	MAN B&W
Model	6S60MC-C
Manufacturer	Hyundai Heavy Industries
Number	1
Type of fuel used	HFO
Output	13,560kW/105rev/min
Propeller	
Material	Nickel-aluminium-bronze
Designer/manufacturer	Hyundai Heavy Industries
Number	1
Pitch	Fixed
Diameter	7000mm
Speed	105rev/min
Diesel-driven alternators	
Number	3

Engine make/type	Hyundai-MAN B&W/5H21/32
Type of fuel	HFO
Output/speed, each set	780kW/900rev/min
Alternator make/type	
Output/speed, each set	730kW/900rev/min
Boilers	
Number	1
Type	MBO6835A
Make	KangRim
Output	20,000kg/h
Mooring equipment	
Number	2 x mooring winch/windlass
Make	Maritime Pusnes
Type	Hydraulic
Lifesaving equipment	
Number/type	1 x 28-person free-fall lifeboat
Cargo tanks	
Number	12 x cargo; 2 x slop
Grades of cargo carried	IMO Type III
Coated tanks	Yes
Stainless steel	pipes and fittings
Cargo pumps	
Number	12 x cargo; 2 x slop
Type	submerged hydraulic
Make	Framo
Stainless steel	AISI 316L
Capacity	12 x 600m <sup>3</sup> /h; 2 x 300m <sup>3</sup> /h
Cargo/ballast control systems	
Make	Praxis
Type	Piano
Complement	
Officers	16
Crew	12
Suez/Repair crew	6
Special rudder	Flap type
Bow thruster	
Make	Kawasaki
Number	1
Output	950kW
Bridge control system	
Make	Praxis
Fire detection system	
Make	Saracom
Type	T-2000
Fire extinguishing system	
Cargo spaces	Foam monitor
Make	Seaplus
Engine room	CO <sub>2</sub>
Make	Seaplus
Radars	
Number	2
Make	Furuno
Models	FAR-2837SW/FAR-2827W
Integrated bridge system	No
Waste disposal plant	
Incinerator	
Make	Hyundai Sungi
Model	Maxi 50 SI-WS
Sewage plant	
Make	Hamworthy
Model	ST2A
Contract date	11 April 2003
Launch/float-out date	22 July 2004
Delivery date	28 February 2005





## Technical Specifications - DP2 Shuttle Tanker Dan Sabiá

[General Arrangement](#)  
[Tank Layout](#)Sister Vessel: [Dan Cisne](#)**GENERAL SPECIFICATIONS**

Call Sign: OZHQ2  
Flag: Danish International  
Hull: Double Hull  
Built: 2012  
Yard: Cosco (Nantong) Shipyard  
Class: DNV  
Class Notation: +1A1, Tanker for Oil ESP, CSR, E0, DYNPOS-AUTR, APP-F, BOW LOADING, SPM, F- AMC, NAUT-OC, T-MON, VCS-2  
IMO no.: 9513438

**DIMENSIONS**

LOA: 207 m  
BEAM: 32.2 m  
KTM: 51.08 m  
BCM: 102.3 m

**SUMMER LOADLINE**

Draft: 13,515 m  
SDWT: 59,317.0 MT  
TPC: 60.5 MT

**TONNAGES**

GT: 36,303 Tonnes  
NT: 16,289 Tonnes  
Suez Net: 32,162.35 Tonnes  
Light Ship: 14,321.3 MT

**GENERAL P&I CLUB**

General P&amp;I Club: Gard P&amp;I

**CAPACITIES**

Oil @ 98% Cu Mtr: 60,591.2 Cubic Metres  
Sloptanks only @ 98%: 2,344 Cubic Metres

**CARGO**

No. of pumps: 3  
m3 / HR: 1,500

**HOSE HANDLING EQUIPMENT**

Cranes No. x SWL: 1 x 15 Tonnes

**MAIN ENGINE**

Make: MAN 6S50MC-C7  
(MCR) BHP: 12,883

**CARGO HEATING**

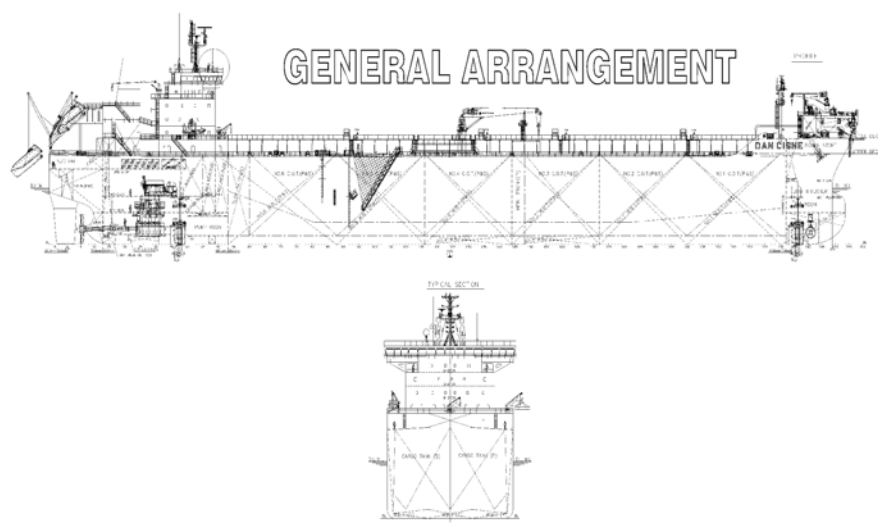
Type: Coils  
Material: Yorkalbro

[disclaimer & privacy](#)

copyright © 2006

Lauritzen Offshore Services A/S · 28 Sankt Annæ Plads · P.O. Box 2147 · 1291 Copenhagen K · Denmark · Phone: +45 3396 8000 · Email: [offshore@l-off.com](mailto:offshore@l-off.com)

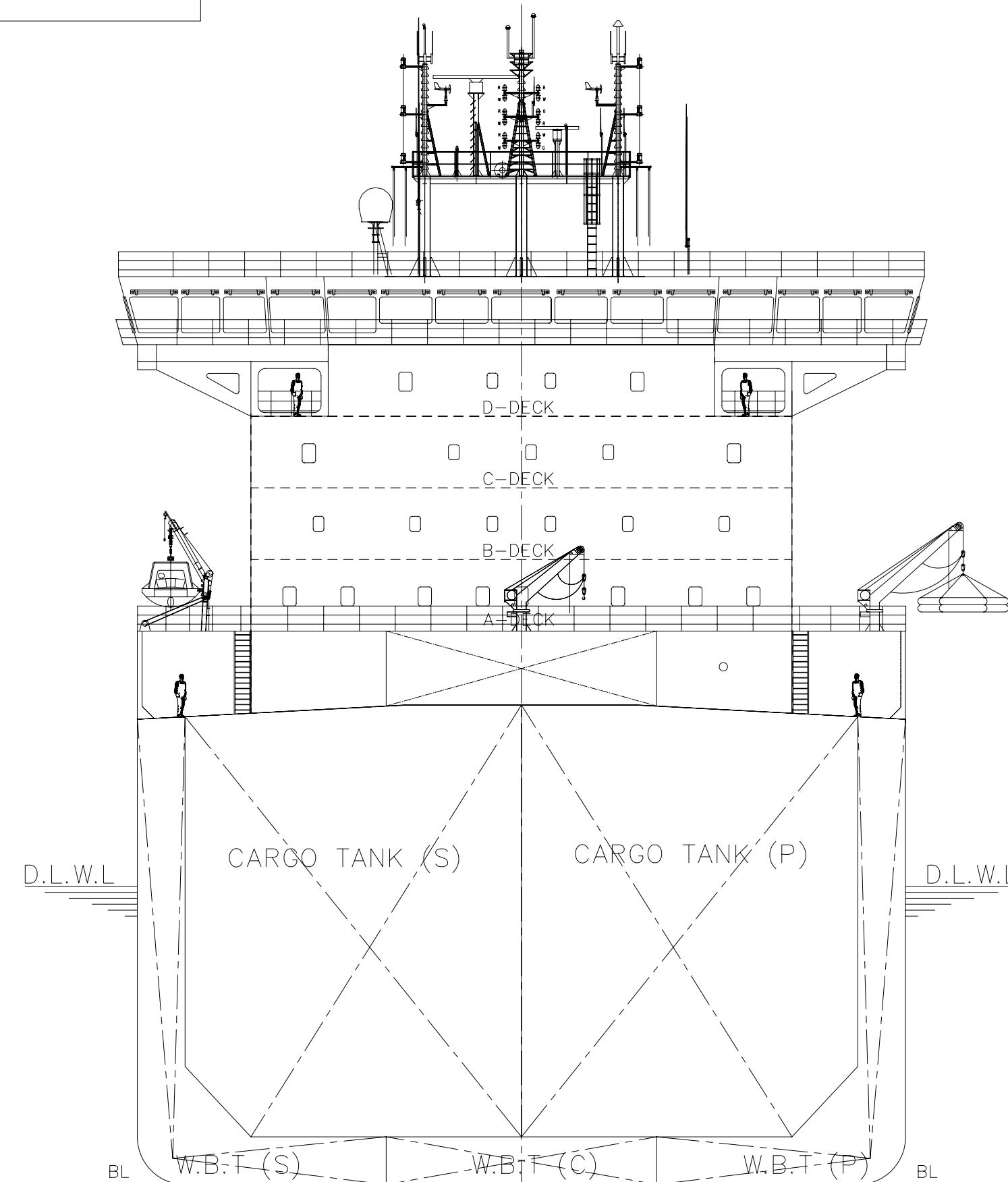
## Technical drawings



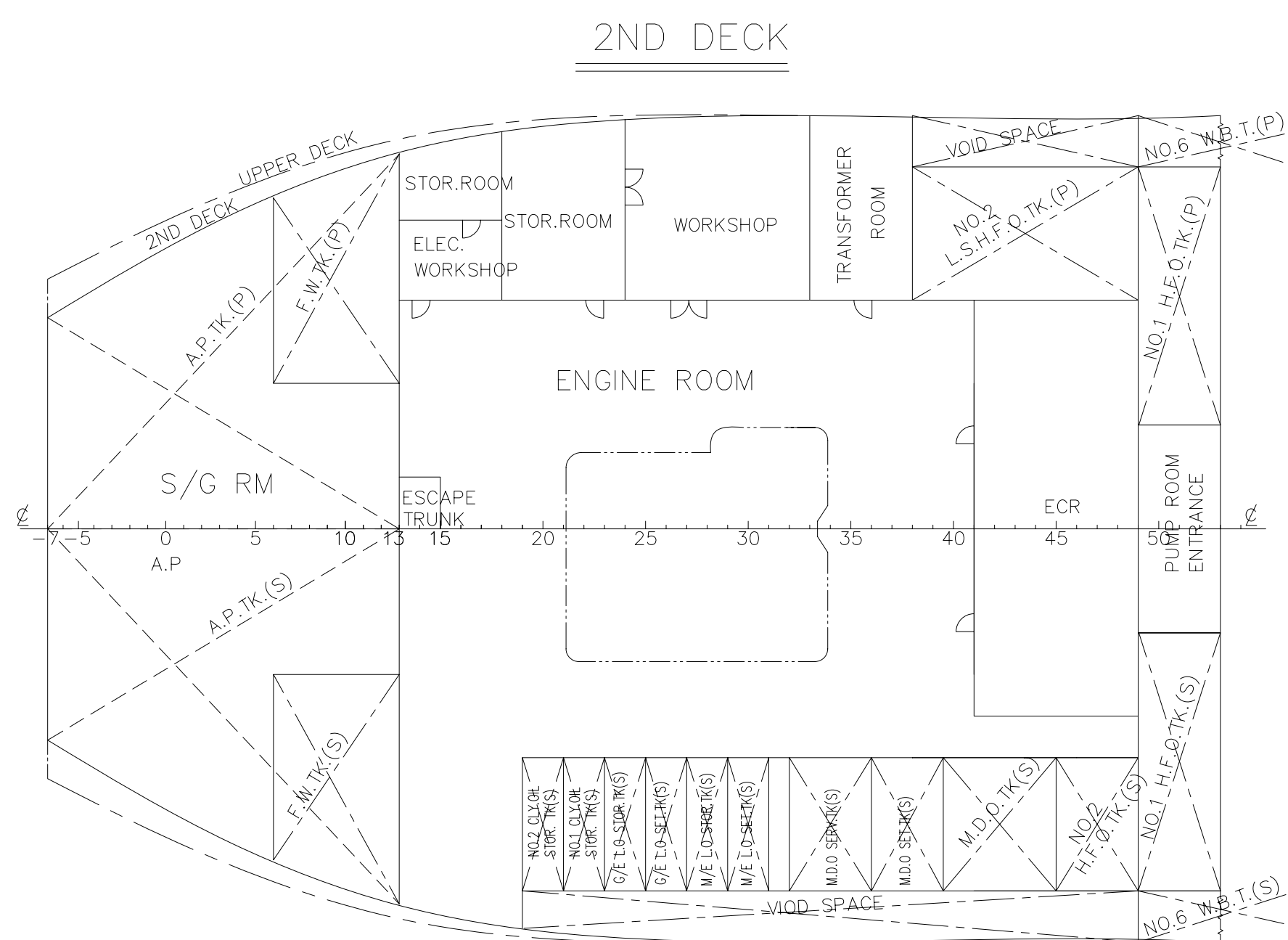
[disclaimer & privacy](#)  
copyright © 2006

Lauritzen Offshore Services A/S · 28 Sankt Annae Plads · P.O. Box 2147 · 1291 Copenhagen K · Denmark · Phone: +45 3396 8000 · Email: [offshore@j-l.com](mailto:offshore@j-l.com)

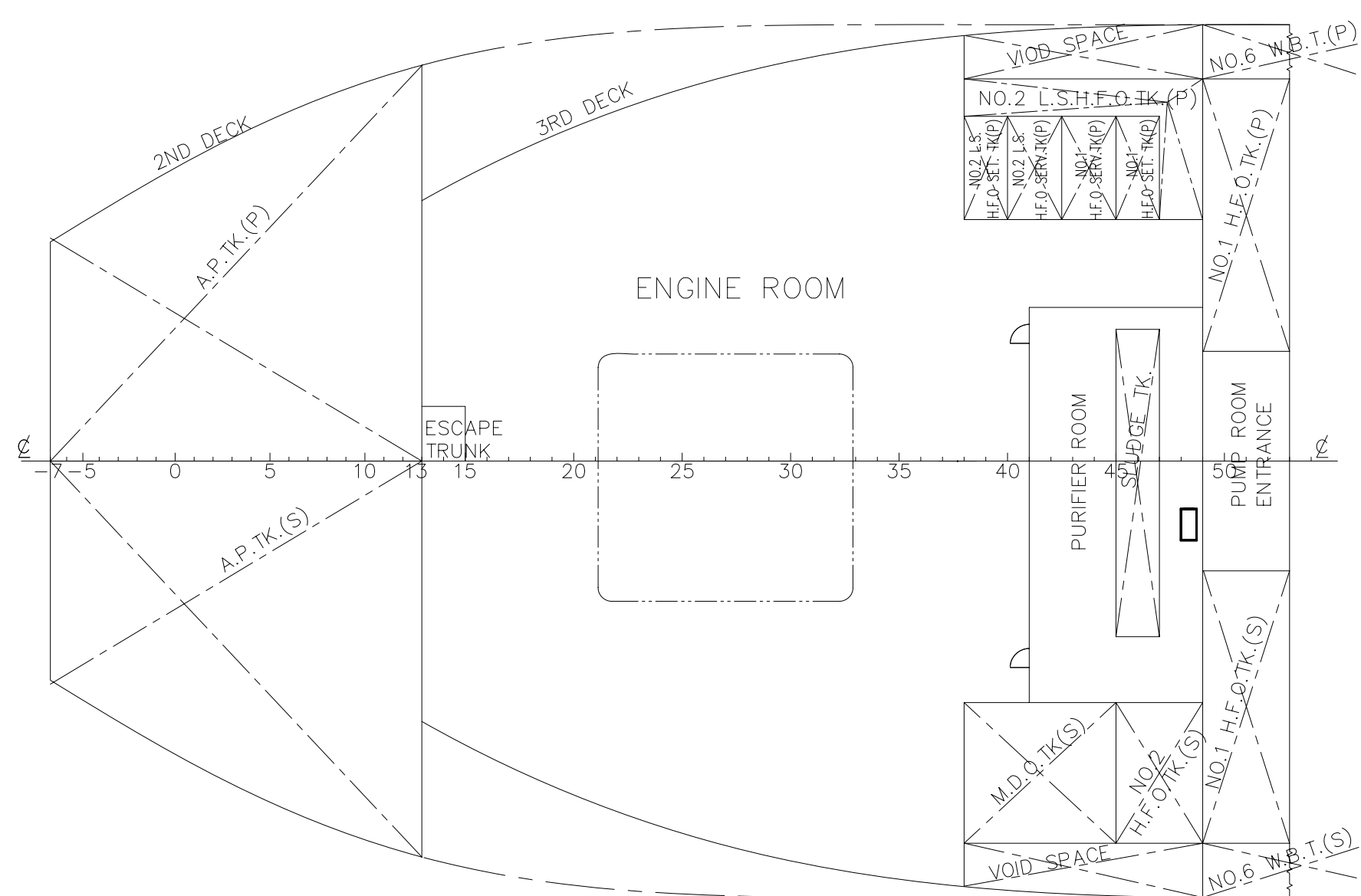




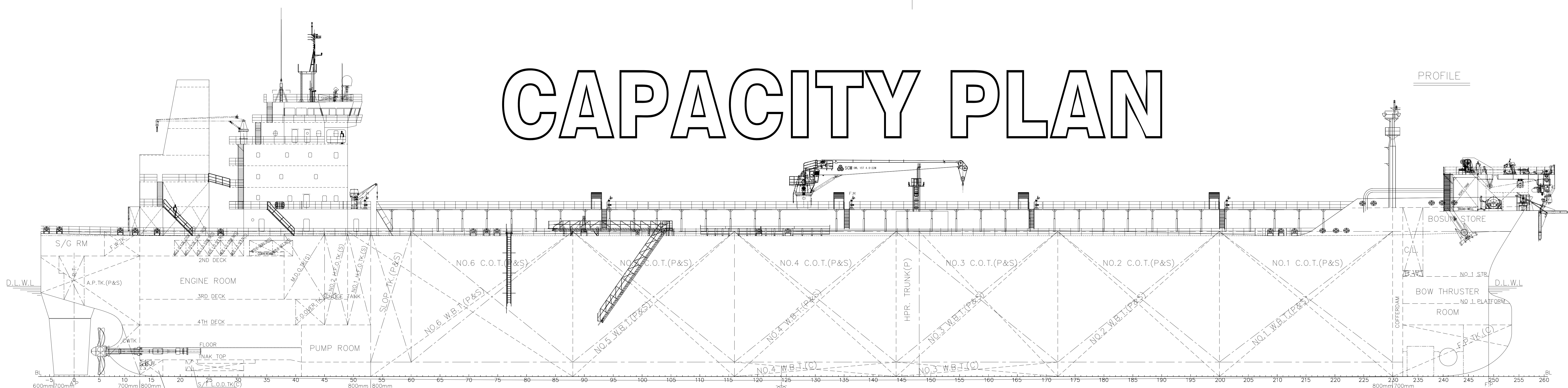
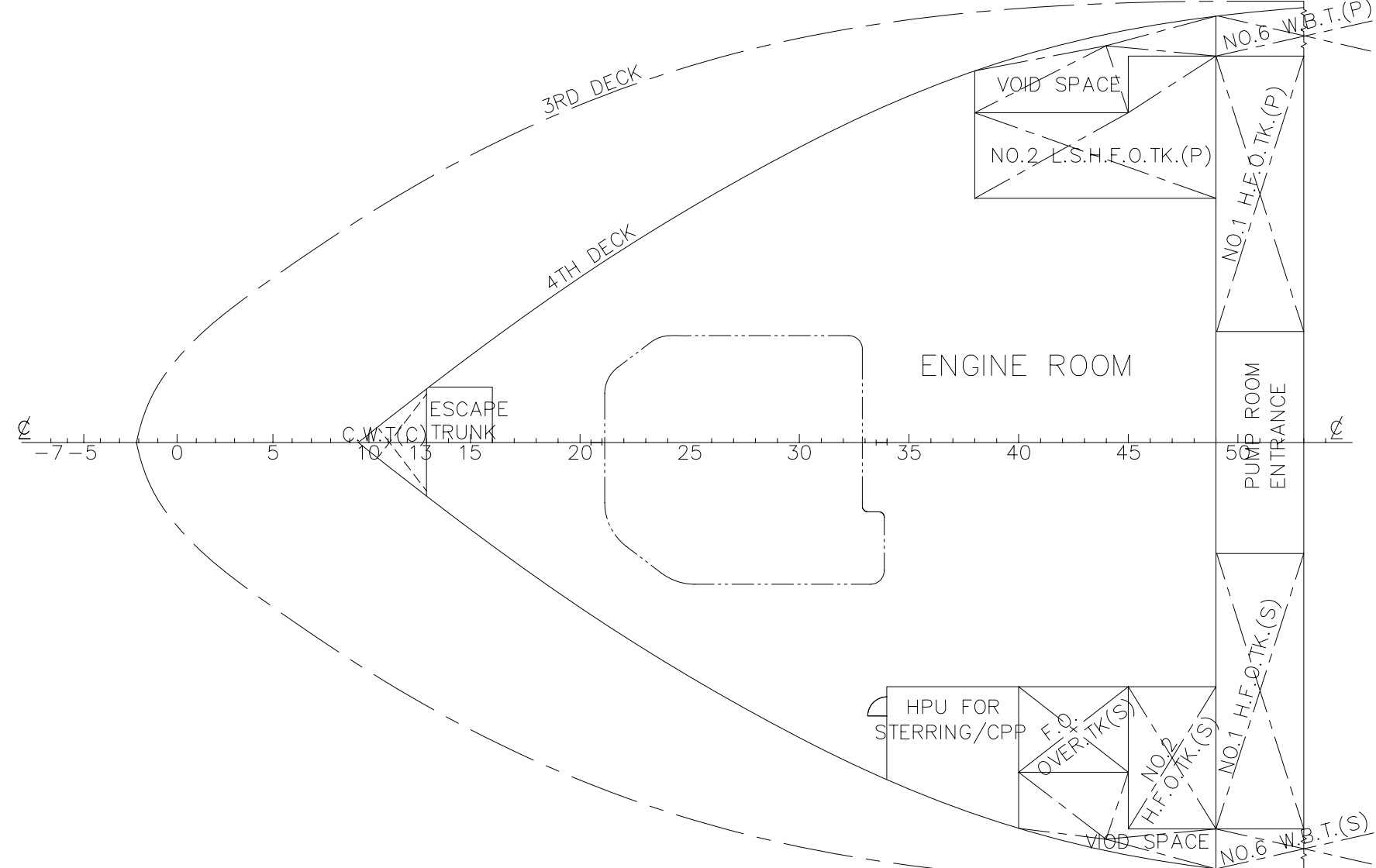
TYPICAL<sup>g</sup> SECTION



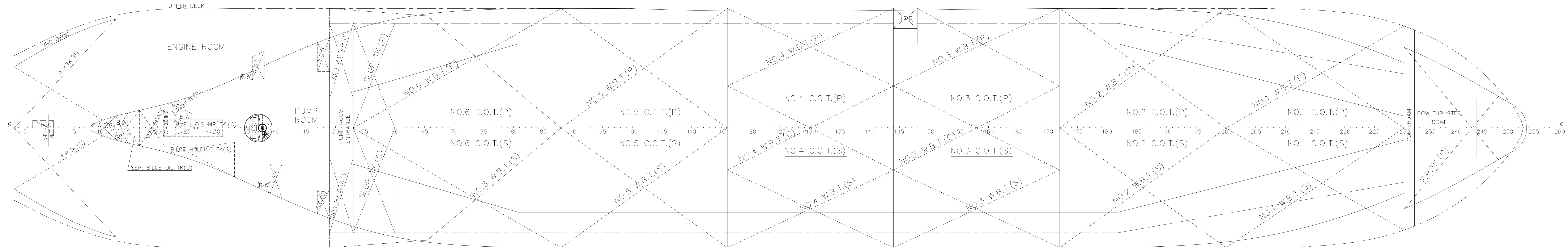
3RD DECK



4TH DECK



TANKTOP PLAN



CARPO OIL TANKS							S.G.	1.00
COMPARISON	LOCATION (FRAME)	CAPACITY 100% FULL	HEIGHT 50% FULL	L.C.D.	12.6 (m)	V.C.D. (m)	1.1 (m <sup>3</sup> )	
N0.1(C.O.TP)	200-230	3756.2	3081.1	71.622	-4.558	11.583	1871	
N0.1(C.O.TS)	200-230	3756.2	3081.1	71.622	-4.558	11.583	1834	
N0.2(C.O.TP)	172-220	5185.5	4801.8	49.005	-6.508	11.514	4635	
N0.2(C.O.TS)	172-220	5185.5	5081.8	49.005	-6.508	11.514	4663	
N0.3(C.O.TP)	144-172	5640.0	5429.2	27.100	-6.913	10.999	5233	
N0.3(C.O.TS)	144-172	5640.0	5429.2	27.100	-6.913	10.999	5233	
N0.4(C.O.TP)	116-144	5640.0	5429.2	47.000	-6.913	10.999	5233	
N0.4(C.O.TS)	116-144	5640.0	5429.2	47.000	-6.913	10.999	5233	
N0.5(C.O.TP)	88-116	5640.0	5429.2	-17.700	-6.913	10.999	5233	
N0.5(C.O.TS)	88-116	5640.0	5429.2	-17.700	-6.913	10.999	5233	
N0.6(C.O.TP)	60-88	532.3	5425.2	-38.884	-6.743	11.330	5233	
N0.6(C.O.TS)	60-88	532.3	5425.2	-38.884	-6.743	11.330	5233	
SLOP(TP)	53-60	119.9	1172.0	-54.008	6.259	12.022	1308	
SLOP(TS)	53-60	119.9	1172.0	-54.008	6.259	12.022	1308	
TOTAL		64219.7	62935.3					

WATER BALANCE TANKS							S.G.: 1.025
COMPARTMENT	LOCATION (FRAME)	CAPACITY (100% FILL)	HEIGHT (100% FILL)	L.C.G.	T.C.G.	V.C.G.	LT (m <sup>3</sup> )
F.P.(IC)	200-F	547.2	56.9	91.881	0.000	4.14	324
N0.1.WB.(IS)	200-230	2927.5	3000.7	72.566	10.458	8.893	4416
N0.1.WB.(IS)	200-230	2927.5	3000.7	72.566	-10.458	8.893	4416
N0.2.WB.(IS)	172-200	1880.4	1927.4	50.504	-11.914	6.850	7486
N0.2.WB.(IS)	172-200	1880.4	1927.4	50.504	11.914	6.850	7486
N0.3.WB.(IS)	144-172	1220.7	1251.5	27.768	15.548	6.837	1979
N0.3.WB.(IS)	144-172	500.4	521.9	27.700	0.000	1.000	2722
N0.3.WB.(IS)	144-172	1305.7	1338.2	27.700	-15.474	6.844	2118
N0.4.WB.(IS)	166-144	1305.7	1338.3	4.700	13.474	6.944	2118
N0.4.WB.(IS)	166-144	500.4	512.9	4.700	0.000	1.000	2722
N0.5.WB.(IS)	166-144	1305.7	1338.3	4.700	-13.474	6.944	2118
N0.5.WB.(IS)	88-156	1556.7	1599.7	-17.699	11.762	5.999	700
N0.5.WB.(IS)	88-156	1556.7	1599.6	-17.699	-11.762	5.988	700
A.P.(IC)	49-88	2381.0	2338.1	-44.252	16.678	6.284	8460
A.P.(IC)	49-88	2381.0	2338.1	-44.252	-16.678	6.284	8460
A.F.(IC)	A-E-13	851.5	833.6	-94.349	1.144	13.054	2037
A.F.(IC)	A-E-13	856.2	863.7	-94.361	-1.000	13.660	2065
SUBTOTAL		25064.7	26224.4				
N0.4.C.O.(IP)	166-144	5540.0	5678.5	4.700	-6.913	11.099	5233
N0.4.C.O.(IP)	166-144	5540.0	5678.5	4.700	6.913	11.099	5233
SUBTOTAL		11080.0	11357.0				
TOTAL		36664.7	37581.4				

FRESH WATER TANKS							S.G.: 1.00
COMPARTMENT	LOCATION (FRAME)	CAPACITY(m <sup>3</sup> ) 100% FULL	WEIGHT(kn) 100% FULL	L.C.G (m)	T.C.G (m)	V.C.G (m)	I.T (m <sup>4</sup> )
F.W.T(KP)	6-13	129.4	129.4	-91.282	9.872	18.28	288
F.W.T(S)	6-13	129.4	129.4	-91.282	9.872	18.28	288
TOTAL		258.8	258.8				

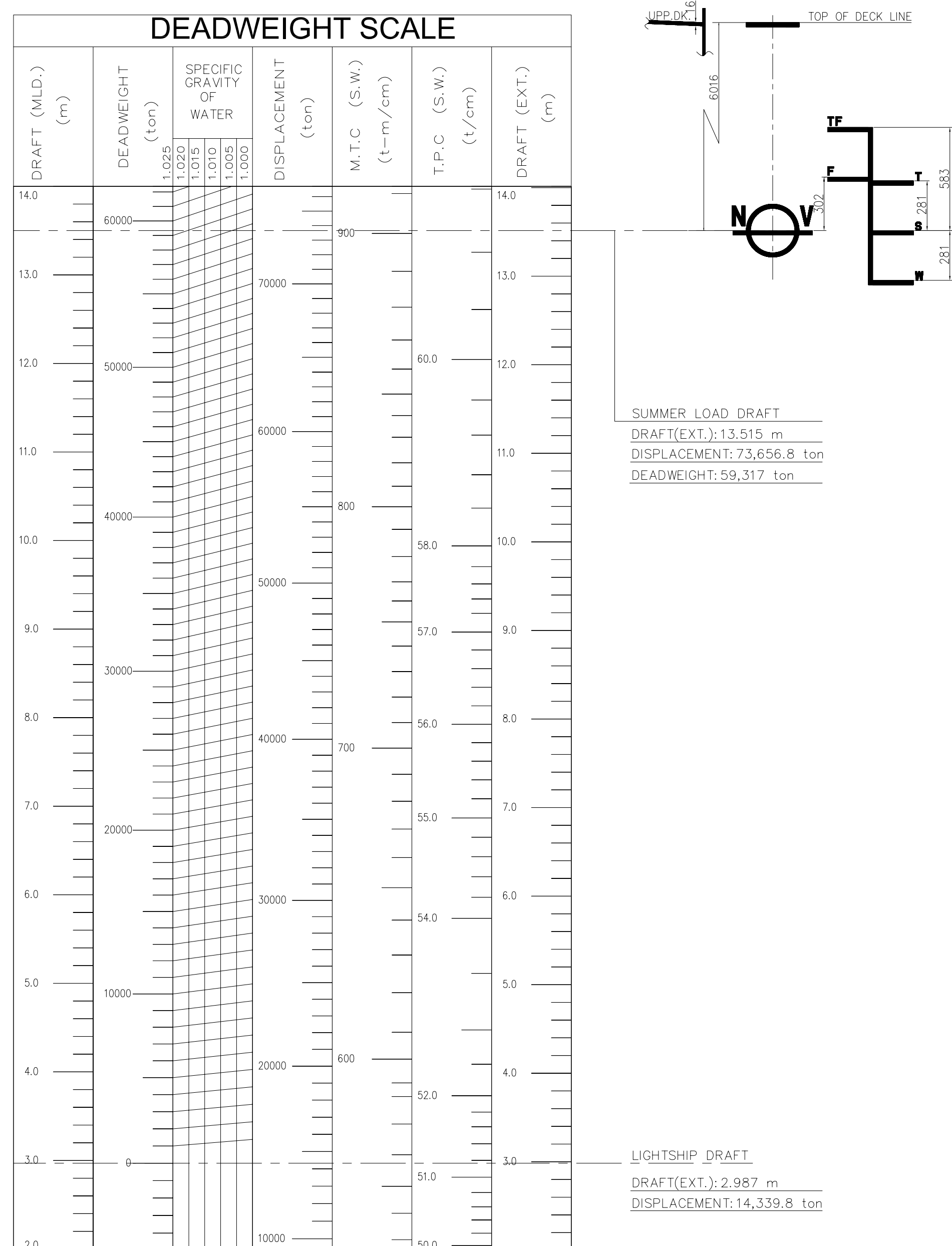
HEAVY FUEL OIL TANKS								S.G.	0.98
COMPARTMENT	LOCATION (FRAME)	CAPACITY <sup>1</sup>		VOLUME <sup>2</sup>		L.C.G. m	T.C.G. m	V.C.G. m	T.M. m <sup>3</sup>
		TOUS FUEL	%S FUEL	TOUS FUEL	%S FUEL				
NO.1 I.F.O. SETT. (X/P)	45-47	31.3	30.7	300.00	-62.500	10.374	14.09	7	
NO.1 I.F.O. SERV. (X/P)	42.5-45			38.5	37.600	-64.330	10.374	14.09	9
NO.2 I.F.O. (X/P)	49-53	402.9	394.8	386.900	-58.500	-9.041	13.551	271	
NO.2 I.F.O. T.N.S	49-53	402.9	394.8	386.900	-58.500	-9.041	13.551	271	
NO.2 I.F.O. SERV. (X/P)	40-42.5	39.1	38.5	37.600	-66.300	10.374	14.09	9	
NO.2 I.S.H.F. O. SETT. (X/P)	38-40	31.3	30.7	300.00	-68.100	10.374	14.09	7	
NO.2 I.F.O. (X/P)	45-49	198.8	194.8	190.900	-61.700	-11.546	13.223	37	
NO.2 I.S.H.F. O. (X/P)	38-49	365.5	377.8	370.300	-64.124	11.731	13.18	103	
TOTAL		1530.9	1500.2	1470.200					

DIESEL OIL TANKS								S.G.: 0.90
COMPARTMENT	LOCATION (FRAME)	CAPACITY (Tonn)		WEIGHT (ton)	L.C.G (m)	T.C.G (m)	V.C.G (m)	I <sub>T</sub> (m <sup>4</sup> )
		100% FULL	98% FULL					
D.O.TK(S)	38-45	232.9	228.2	200.40	-65.974	-11.567	14.851	65
M.O.SERV.TK(S)	36-35	25.7	25.2	22.700	-72.100	-11.505	18.085	37
M.O.SETT.TK(S)	36-39.5	26.2	25.6	23.100	-68.987	-11.505	17.932	33
TOTAL		284.7	279.0	251.100				

LUBRICATING OIL TANKS								S.G. : 0.90
COMPARTMENT	LOCATION	CAPACITY (m <sup>3</sup> )		HEIGHT (m)	L.C.G (m)	T.C.G (m)	V.C.G (m)	I.T (m <sup>4</sup> )
		100% FULL	95% FULL					
W/E L.O. SET (K) (S)	25-27	17.7	17.3	15.6	-78.500	-11.565	17.785	19
W/E L.O. STOR. (K) (S)	23-25	17.7	17.3	15.6	-80.100	-11.565	17.785	19
W/O L.O. SLP. (STR. SID) (S)	21-23	17.7	17.3	15.6	-81.700	-11.565	17.785	19
W/O L.O. SLP. (STR. SID) (S)	21-23	17.7	17.3	15.6	-83.300	-11.565	17.785	19
W/O L.O. SLP. (K) (S)	22-21	17.2	16.9	15.6	-78.251	-11.000	1.359	7
W/E L.O. STOR. (K) (S)	29-31	17.7	17.3	15.6	-75.300	-11.505	17.785	19
W/O L.O. STOR. (K) (S)	27-29	17.7	17.3	15.6	-76.900	-11.505	17.785	19
TOTAL		123.2	120.7	108.6				

MISCELLANEOUS TANKS							S.G. = 1.00
COMPARTMENT	LOCATION	CARGO TANK 100°F	BRIGHT TANK 100°F	L.G. (m)	T.C.G. (m)	V.C.G. (m)	
E.H.T.(S)	22-35	44.8	44.8	-78.484	-3.198	1.320	31
C.W.T.(S)	A-E-13	28.0	28.0	-90.254	0.000	3.017	4
F.O.DRAIN(TP)	22-26	16.5	16.5	-79.660	2.599	1.569	2
F.O.DRAIN(TP)	44-45	57.8	57.8	-95.330	0.000	9.072	47
SUBSIDE (H)	15-47	16.3	16.3	-69.963	-0.163	1.145	14
SUBSIDE (H)	43-47	18.2	18.2	-63.500	-0.045	11.125	239
S/L.O.D.(H)	21-22	2.6	2.6	-82.100	0.000	1.558	1
TOTAL		177.3	177.3				

PLAN HISTORY					
DATE	REV. NO.	DESCRIPTION	DWN.	CHKD.	APPD.
2011-12-21	F	FINAL DRAWING FOR HULL NO. N266	CHQ	LNJ	HYR



## PRINCIPAL PARTICULARS

LENGTH	(O.A.)	207.00 m
LENGTH	(B.P.)	196.00 m
BREADTH	(MLD.)	32.20 m
DEPTH	(MLD.)	19.50 m
DRAFT	(D.L.W.L.)	12.50 m
DRAFT	(SCANTLING)	13.50 m
DEADWEIGHT	(at SCANTLING)	59317 mt



MAIN ENGINE	MAN-B&W 6S50MC-C7	1 SET
	MCR:9480 kW x 127	r/min
	NCR:8532 kW x 123	r/min

SERVICE SPEED	
(at DESIGN DRAFT, 90%MCR With 15%S.M)	14.15 Kts

CLASSIFICATION : DNV

---

+1A1, "Tanker for oil ESP", CSR, EO, DYNPOS-AUTR, OPP-F,  
BOW LOADING, SPM, F-AMC, NAUT-OC, T-MON, VCS-2

No.	DWG No.	TITLE			
<b>REFERENCE DESIGN DOCUMENTS</b>					
BUILDER	COSCO (NANTONG) SHIPYARD CO. LTD			TRIAL No.	N268
				0.45%	DWV
OWNER	 <b>Lauritzen Tankers A/S</b> 28, Sankt Annæ Plads DK-1291 Copenhagen K Denmark Tel +45 33 96 00 00 Fax +45 33 96 84 00 Website: www.j-lauritzen.com				
PROJECT	S9,000DWT DP SHUTTLE TANKERS				
<b>CAPACITY PLAN</b> (WITH DEADWEIGHT SCALE)				DWG NO. N268-010-006	
				SCALE	SHEET STATUS
 <b>COSCO SHIPYARD GROUP CO.,LTD</b> <b>COSCO-KOMAC DESIGN CENTER</b> No.57 Donghai Road, E.T.D.T District, Dalian, Lia Ning Province,116600, China				1:300	1/1 FINAL
This drawing or document is the intellectual property of COSCO shipyard group Co.,Ltd and may not be reproduced, sold or use in whole or in parts for any purpose without the written approval of COSCO shipyard group Co., Ltd.					



## MT LARVIK

Flag: Bahamas  
Port of Registry: Nassau  
IMO no.: 9307346  
Classification Society: Lloyd's Register  
MMSI no.: 308371000  
Call signal: C6VC2



### MAIN DESCRIPTION

Ship type: Crude/Product Tanker, double hull  
Shipyard Built: Sumitono Heavy Industries Marine & Engineering CO., Ltd  
Date keel laid: 24.12.2004  
Ship delivered: 01.02.2006  
  
Ship Owner: Klarvi Shipping Co. Ltd.  
Technical Manager: Bergshav Management AS  
P&I Club: North of England  
  
L.O.A. 213,35 m Max. Height (keel to mast top): 45,0 m  
L.B.P. 206,57 m Moulded breadth: 32,26 m  
Moulded depth: 18,50 m

### MEASUREMENT

	<b>Draft</b>	<b>Freeboard</b>	<b>DWT</b>	<b>TPC</b>
LT. ship:	2,3	16		
Tropical:	12,54	6,00	62 802	
Summer:	12,28	6,26	61 213	64,5
Winter:	12,03	6,51	59 515	
FWA:	282 mm			

	<b>GRT</b>	<b>NRT</b>	<b>Canal ID no.</b>
Int'l:	35 711,0	16 707,0	
Suez:	37 205,78	33 154,97	
Panama:	31 947,0	29 568,0	

Ballast Capacity: 26 079,5 m<sup>3</sup>  
Bunker Capacity: HFO: 2 241,0 m<sup>3</sup> DO: 245,0 m<sup>3</sup>  
Fresh Water Capacity: FW: 388,3 m<sup>3</sup>

### MACHINERY

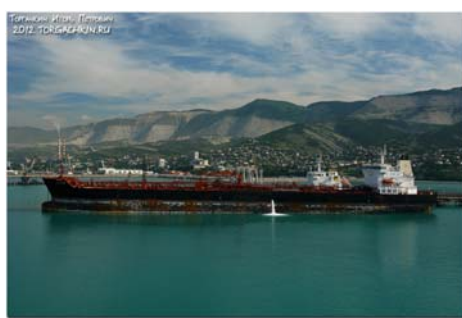
Propeller: Fixed Pitch 4 Blades. DIA : 5.750 M X Pitch : 3.910 ( At 0.7R)  
Main Engine: MITSUI MAN Diesel,, Type 7S50MC 1 no, Capacity: 10010 KW @ 127rpm  
Thrusters: NA  
Anchor: 2 x 7,0 T/AC 14 Stockless Anchor  
Chain: 2 x 332 m (12 shackles) 76 mm, grade U3a



**CARGO CAPACITIES**

---

Cargo capacity (98%):	70 179 m <sup>3</sup>
Cargo manifolds:	3 connections per side; Size 400 mm
Reducers:	3 Sets : 16 " x 12 " ; 3 Sets : 16" x 10 " ; 3 Sets : 16" x 8";1 Set : 8" x 12" ; 1 Set : 8 " X 10" ; 1 Set 8" x 6"
Max. Loading rate:	3 x 2000 m <sup>3</sup> /h



Tankers Photos / Ship Spotting © Igor Torgachkin

\*\*\*

Танкер **ICE BASE** / IMO 9346433  
Морской порт Новороссийск  
Россия, Краснодарский край,  
побережье Черного моря,  
Новороссийская (Цемесская) бухта.  
Географические координаты:  
44° 37' Северной широты,  
37° 47' Восточной долготы.  
\* \* \*

**VESSEL NAME ICE BASE**

CALLSIGN 5BCE2  
MMSI 212177000  
FLAG CYPRUS  
PORT OF REGISTRY LIMASSOL  
SERVICE SPEED 15.0 kn  
STATUS OF SHIP IN SERVICE/COMMISSION  
STATUS DATE (SINCE 22-04-2008)

**MANAGEMENT**

OWNER NAME B ENDEAVOUR SHIPPING CO LTD  
OWNER LOCATION Monaco  
OWNER ADDRESS Care of Scorpio Commercial Management SAM , Le  
Millenium, 9, boulevard Charles III, 98000 Monaco-Ville, Monaco.  
OWNER PHONE +377 97 98 57 00  
OWNER FAX +377 92 05 70 45  
OWNER EMAIL [info@scorpio.mc](mailto:info@scorpio.mc)  
OWNER WEBSITE [www.scorpiogroup.net/](http://www.scorpiogroup.net/)  
MANAGER NAME Scorpio Commercial Management SAM  
MANAGER LOCATION Monaco  
MANAGER ADDRESS Le Millenium, 9, boulevard Charles III, 98000 Monaco-Ville,  
Monaco.  
MANAGER PHONE +377 97 98 57 00  
MANAGER FAX +377 92 05 70 45  
MANAGER EMAIL [info@scorpio.mc](mailto:info@scorpio.mc)  
MANAGER WEBSITE [www.scorpiogroup.net/](http://www.scorpiogroup.net/)  
ISM MANAGER NAME SCORPIO SHIP MANAGEMENT SAM  
ISM MANAGER LOCATION Monaco  
ISM MANAGER ADDRESS Le Millenium, 9, boulevard Charles III, 98000 Monaco-  
Ville, Monaco.  
ISM MANAGER PHONE +377 97 98 57 00  
ISM MANAGER FAX +377 92 05 70 45  
ISM MANAGER EMAIL [info@scorpio.mc](mailto:info@scorpio.mc)  
ISM MANAGER WEBSITE [www.scorpio.mc/](http://www.scorpio.mc/)

**TONNAGE**

GROSS TONNAGE 38977 t  
NET TONNAGE 16978 t  
DEADWEIGHT 63605 t  
DISPLACEMENT 76493 t  
DIMENSIONS  
LENGTH OVERALL 228.0 m  
LENGTH BP 219.0 m  
BREADTH EXTREME 32.227 m  
BREADTH MOULDED 32.2 m  
DEPTH MOULDED 19.1 m  
DRAUGHT 12.5 m  
FREEBOARD SUMMER 6.6

**CAPACITY**

BALLAST WATER 31902.5 t  
CRUDE CAPACITY 460382.0 bbl

**HULL**

HULL TYPE DOUBLE HULL  
HULL MATERIAL STEEL  
DECKS NUMBER 1

**ENGINE**

FUEL TYPE MARINE DIESEL  
PROPELLER 1 FIXED PITCH

**YARD**

BUILDER STX SHIPBUILDING CO., LTD.  
COUNTRY/PLACE OF BUILD JINHAЕ SOUTH, KOREA  
YARD NUMBER 1226  
YEAR OF BUILT 2008

**CLASSIFICATION**

VESSEL TYPE OIL PRODUCTS TANKER  
CLASSED BY (1) DET NORSKE VERITAS  
CLASSED BY (1) DATE CHANGE SINCE 22-04-2008  
CLASSED BY (1) STATUS DELIVERED  
SURVEY (1) DET NORSKE VERITAS  
SURVEY (1) DATE 22-04-2008  
SURVEY (1) NEXT DATE 22-04-2013  
P&I INSURER (1) STANDARD P&I; CLUB PER CHARLES TAYLOR & CO  
P&I INSURER DATE (1) 20-03-2012



## ABOUT US HISTORY



KOTC was founded in April 1957, by a group of Kuwaiti pioneer investors. [Read more...](#)

Our Vision & Mission Board Members

## COMPANY OPERATIONS GAS FILLING PLANT



In 1960, the Company was granted the Franchise for the marketing and distribution of Liquefied gas in the local market as an alternative to the domestic fuel. [Read more...](#)

Marine Agency Branch    Fleet Development  
Industrial Safety & Security Building New Vessels



## INTERTANKO'S STANDARD TANKER CHARTERING QUESTIONNAIRE 88 (Q88)

Version 3  
[CREATED AT Q88.COM](#)

[About Kuwait](#)

[LPG Recycling Campain](#)

[Important Links](#)

VESSEL DESCRIPTION	
1.1 Date updated:	Mar 24, 2014
1.2 Vessel's name:	Al Salam II
1.3 IMO number:	9328168
1.4 Vessel's previous name(s) and date(s) of change:	Not Applicable
1.5 Date delivered:	Jan 10, 2007
1.6 Builder (where built):	Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co. Ltd. (DSME), Okpo, KOREA
1.7 Flag:	Kuwait
1.8 Port of Registry:	Kuwait
1.9 Call sign:	9 K E C
1.10 Vessel's satcom phone number:	764 682 160
Vessel's fax number:	764 682 165
Vessel's telex number:	444 715 810
Vessel's email address:	sl2@kotc.com.kw
1.11 Type of vessel:	Oil Tanker
1.12 Type of hull:	Double Hull
Classification	
1.13 Classification society:	Det Norske Veritas
1.14 Class notation:	+1A1 Tanker for Oil ESP SPM COMF-V(2) E0 NAUT-OC LCS-DC VCS-2 CLEAN COAT-2 PLUS-2 ICM(BTs/CTs) TMON NAUTICUS (Newbuilding, Operation)
1.15 If Classification society changed, name of previous society:	N/A
1.16 If Classification society changed, date of change:	Not Applicable
1.17 IMO type, if applicable:	
1.18 Does the vessel have ice class? If yes, state what level:	
1.19 Date / place of last dry-dock:	Apr 11, 2012
1.20 Date next dry dock due	Oct 11, 2014
1.21 Date of last special survey / next survey due:	Jan 10, 2012 Jan 10, 2017
1.22 Date of last annual survey:	Feb 14, 2013
1.23 If ship has Condition Assessment Program (CAP), what is the latest overall rating:	
1.24 Does the vessel have a statement of compliance issued under the provisions of the Condition Assessment Scheme (CAS): If yes, what is the expiry date?	N/A

## Dimensions

1.25 Length Over All (LOA):

228.00 m

1.25	Length Over All (LOA):		220.00 m
1.26	Length Between Perpendiculars (LBP):		219 m
1.27	Extreme breadth (Beam):		32.2 m
1.28	Moulded depth:		20.90 m
1.29	Keel to Masthead (KTM) / KTM in collapsed condition (if applicable):	51.898 m	m
1.30	Bow to Center Manifold (BCM) / Stern to Center Manifold (SCM):	111.7 m	116.3 m
1.31	Distance bridge front to center of manifold:		80.30 m
1.32	Parallel body distances:	Lightship	Normal Ballast
	Forward to mid-point manifold:	54.56 m	67.05 m
	Aft to mid-point manifold:	31.287 m	54.217 m
	Parallel body length:	85.847 m	121.267 m
1.33	FWA at summer draft / TPC immersion at summer draft:		311 mm
1.34	What is the max height of mast above waterline (air draft)	Full Mast	Collapsed Mast
	Lightship:	49.169 m	0 m
	Normal ballast:	44.598 m	0 m
	At loaded summer deadweight:	38.081 m	0 m

## Tonnages

1.35	Net Tonnage:	19841	
1.36	Gross Tonnage / Reduced Gross Tonnage (if applicable):	42798	
1.37	Suez Canal Tonnage - Gross (SCGT) / Net (SCNT):	44671.51	40210.54
1.38	Panama Canal Net Tonnage (PCNT):		

## Loadline Information

1.39	Loadline	Freeboard	Draft	Deadweight	Displacement
	Summer:	7.116 m	13.8175 m	69789.8 MT	84192.0 MT
	Winter:	7.404 m	13.5295 m	67844.9 MT	82247.1 MT
	Tropical:	6.828 m	14.1055 m	71737.2 MT	86139.4 MT
	Lightship:	18.2045 m	2.729 m		14402.2 MT
	Normal Ballast Condition:	13.6335 m	7.30 m	27337.70 MT	41694.10 MT
1.40	Does vessel have multiple SDWT?			No	
1.41	If yes, what is the maximum assigned deadweight?				MT

## Ownership and Operation

1.42	Registered owner - Full style:	Kuwait Oil Tanker Company S.A.K. Shuwaikh Administrative Area, Block 4, Jamal Abdul Nasser Street, Kuwait Tel: (+965) 2462 5028 / 2 Fax: (+965) 2491 3597/246 Telex: 31142/22013/44766/30 Email: ho-email@kotc.com.kw
1.43	Technical operator - Full style:	Kuwait Oil Tanker Co. Shuwaikh Administrative Area, Block 4, Jamal Abdul Nasser Street, Kuwait Tel: (+965) 2462 5028, 24 Fax: (+965) 2491 3597/246 Telex: 31142/22031/44766/30 Email: ho-email@kotc.com.kw
1.44	Commercial operator - Full style:	Kuwait Petroleum Corporation P.O. Box 26565, Safat, 13126, Kuwait Tel: (965) 249 12790 Fax: (965) 249 12792 Telex: 44875 Email: marineops@kpc.com.kw
1.45	Disponent owner - Full style:	

2.	CERTIFICATION	Issued	Last Annual or Intermediate	Expires
2.1	Safety Equipment Certificate:	Sep 23, 2012	Sep 22, 2013	Sep 22, 2014
2.2	Safety Radio Certificate:	May 19, 2013	Not Applicable	May 18, 2014
2.3	Safety Construction Certificate:	Apr 09, 2012	Feb 14, 2013	Jan 10, 2017
2.4	Loadline Certificate:	Feb 09, 2012	Feb 14, 2013	Jan 10, 2017
2.5	International Oil Pollution Prevention Certificate (IOPPC):	Feb 09, 2012	Feb 14, 2013	Jan 10, 2017
2.6	Safety Management Certificate (SMC):	Jun 13, 2012	Not Applicable	Jun 14, 2017
2.7	Document of Compliance (DOC):	Jan 21, 2010	Mar 28, 2013	Jan 21, 2015
2.8	USCG (specify: COC, LOC or COI): Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable
2.9	Civil Liability Convention Certificate (CLC):	Feb 20, 2013		Feb 20, 2012
2.10	Civil Liability for Bunker Oil Pollution Damage Convention Certificate (CLBC):	Jan 01, 2011		Feb 20, 2012
2.11	U.S. Certificate of Financial Responsibility (COFR):	Not Applicable		Not Applicable
2.12	Certificate of Fitness (Chemicals):	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable
2.13	Certificate of Fitness (Gas):	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable
2.14	Certificate of Class:	Apr 16, 2007	Feb 14, 2013	Jan 10, 2012
2.15	International Ship Security Certificate (ISSC):	Jun 14, 2007		Jun 13, 2012
2.16	International Sewage Pollution Prevention Certificate (ISPPC)	Apr 25, 2007		Jan 10, 2012
2.17	International Air Pollution Prevention Certificate	May 16, 2008	Jan 23, 2011	Jan 10, 2012

## Documentation

- 2.18 Does vessel have all updated publications as listed in the Vessel Inspection Questionnaire, Chapter 2- Question 2.24, as applicable:
- 2.19 Owner warrant that vessel is member of ITOPF and will remain so for the entire duration of this voyage/contract:

3.

## CREW MANAGEMENT

- 3.1 Nationality of Master: Bulgarian
- 3.2 Nationality of Officers: Pakistani, Egyptian, Kuwaiti, Indian, Filipino, Sirian, Polish
- 3.3 Nationality of Crew: Filipino
- 3.4 If Officers/Crew employed by a Manning Agency - Full style: Officers: Liberty Manning Services Limited  
Shuwaikh Administrative Area, Block 4, Jamal Abdul Nasser Street, Kuwait  
Tel: (+965) 2462 5028 / 2  
Fax: (+965) 2491 3597/246  
Telex: 31142/22013/44766/30  
Email: ho-email@kotc.com.kw  
Crew: NAESS Shipping Philippines, Inc  
NAESS House, 2215 Leon Guinto Road, Malate 1004, Manila, Philippines  
Tel: (632) 522 0590, (632)  
Fax: (632) 525 8252  
Telex: Not Applicable  
Email: operations@naess.com.ph
- 3.5 What is the common working language onboard: English
- 3.6 Do officers speak and understand English:
- 3.7 In case of Flag Of Convenience, is the ITF Special Agreement on board:

4.

## HELICOPTERS

- 4.1 Can the ship comply with the ICS Helicopter Guidelines: Yes
- 4.2 If Yes, state whether winching or landing area provided: Winching

5.

## FOR USA CALLS

- 5.1 Has the vessel Operator submitted a Vessel Spill Response Plan to the US Coast Guard which has been approved by official USCG letter: N/A
- 5.2 Qualified individual (QI) - Full style:
- 5.3 Oil Spill Response Organization (OSRO) -Full style:
- 5.4 Has technical operator signed the SCIA / C-TPAT agreement with US customs concerning drug smuggling:

6.

## CARGO AND BALLAST HANDLING

## Double Hull Vessels

- 6.1 Is vessel fitted with centerline bulkhead in all cargo tanks:
- 6.2 If Yes, is bulkhead solid or perforated: Solid

## Cargo Tank Capacities

- 6.3 Capacity (98%) of each natural segregation with double valve (specify tanks):
- 6.4 Total cubic capacity (98%, excluding slop tanks): 81177 m3
- 6.5 Slop tank(s) capacity (98%): 2387 m3
- 6.6 Residual/Retention oil tank(s) capacity (98%), if applicable: m3
- 6.7 Does vessel have Segregated Ballast Tanks (SBT) or Clean Ballast Tanks (CBT): SBT

## SBT Vessels

- 6.8 What is total capacity of SBT? 28453 m3
- 6.9 What percentage of SDWT can vessel maintain with SBT only: 40.77 %
- 6.10 Does vessel meet the requirements of MARPOL Annex I Reg 18.2: (previously Reg 13.2) Yes

## Cargo Handling

- 6.11 How many grades/products can vessel load/discharge with double valve segregation: 4
- 6.12 Maximum loading rate for homogenous cargo per manifold connection: m3/hr
- 6.13 Maximum loading rate for homogenous cargo loaded simultaneously through all manifolds: 8000 m3/hr

- 6.14 Are there any cargo tank filling restrictions. If yes, please specify:

## Pumping Systems

- 6.15 Pumps: No. Type Capacity

Cargo:	12	FRAMO Deepwell Submerged Pump - SD 300	900 M3/HR
	2	FRAMO Deepwell Submerged Pump - SD 150	300 M3/HR
	1	Portable FRAMO Pump - TK 150	150 M3/HR
	1	FRAMO Deepwell Submerged Pump - SD 100	50 M3/HR
Stripping:		N/A	m3/hr
Eductors:		N/A	m3/hr
Ballast:	2	FRAMO Ballast centrifugal Pump - SB 400 (Submerged into 5 (P) & 5 (S) WBTs)	1700 m3/hr

6.16 How many cargo pumps can be run simultaneously at full capacity:

## Cargo Control Room

6.17 Is ship fitted with a Cargo Control Room (CCR): Yes

6.18 Can tank innage / ullage be read from the CCR: Yes

## Gauging and Sampling

6.19 Can ship operate under closed conditions in accordance with ISGOTT: Yes

6.20 What type of fixed closed tank gauging system is fitted: SAAB Radar

6.21 Are overfill (high-high) alarms fitted? If Yes, indicate whether to all tanks or partial:

## Vapor Emission Control

6.22 Is a vapor return system (VRS) fitted: Yes

6.23 Number/size of VRS manifolds (per side): mm

## Venting

6.24 State what type of venting system is fitted: Individual High Velocity P/V Valves & Mast Raiser

## Cargo Manifolds

6.25 Does vessel comply with the latest edition of the OCIMF 'Recommendations for Oil Tanker Manifolds and Associated Equipment': Yes

6.26 What is the number of cargo connections per side: 4

6.27 What is the size of cargo connections: 400 mm

6.28 What is the material of the manifold: Carbon Steel

## Manifold Arrangement

6.29 Distance between cargo manifold centers: 2500 mm

6.30 Distance ships rail to manifold: 4400 mm

6.31 Distance manifold to ships side: 4640 mm

6.32 Top of rail to center of manifold: 390 mm

6.33 Distance main deck to center of manifold: 2100 mm

6.34 Manifold height above the waterline in normal ballast / at SDWT condition: 15.42 m 9.2 m

6.35 Number / size reducers:  
4 x 400/300mm (16/12")  
4 x 400/250mm (16/10")  
4 x 400/200mm (16/8")  
1 x 300/200mm (12/8")  
1 x 200/250mm (8/10")

## Stern Manifold

6.36 Is vessel fitted with a stern manifold: No

6.37 If stern manifold fitted, state size: mm

## Cargo Heating

6.38 Type of cargo heating system?

6.39 If fitted, are all tanks coiled? No

6.40 If fitted, what is the material of the heating coils:

6.41 Maximum temperature cargo can be loaded/maintained:

## Tank Coating

6.42 Are cargo, ballast and slop tanks coated?	Coated	Type	To What Extent
Cargo tanks:	Yes	Epoxy	Whole Tank
Ballast tanks:	Yes	Epoxy	Whole Tank
Slop tanks:			

6.43 If fitted, what type of anodes are used: Zinc

## 7. INERT GAS AND CRUDE OIL WASHING

7.1 Is an Inert Gas System (IGS) fitted: Yes

7.2 Is IGS supplied by flue gas, inert gas (IG) generator and/or nitrogen:

7.3 Is a Crude Oil Washing (COW) installation fitted: Yes

## 8. MOORING

8.1 Mooring wires (on drums) No.	Diameter	Material	Length	Breaking Strength
Forecastle: 6	38 mm	Galvanized Steel	240 m	94 MT

	Main deck fwd:	2	38 mm	Galvanized Steel	240 m	94 MT
	Main deck aft:	2	38 mm	Galvanized Steel	240 m	94 MT
	Poop deck:	6	38 mm	Galvanized Steel	240 m	94 MT
8.2	Wire tails	No.	Diameter	Material	Length	Breaking Strength
	Forecastle:	6	72 mm	Euroflex	11 m	130 MT
	Main deck fwd:	2	72 mm	Euroflex	11 m	130 MT
	Main deck aft:	2	72 mm	Euroflex	11 m	130 MT
	Poop deck:	6	72 mm	Euroflex	11 m	130 MT
8.3	Mooring ropes (on drums)	No.	Diameter	Material	Length	Breaking Strength
	Forecastle:	0	mm	Not Applicable	m	MT
	Main deck fwd:		mm	Not Applicable	m	MT
	Main deck aft:		mm	Not Applicable	m	MT
	Poop deck:		mm	Not Applicable	m	MT
8.4	Other mooring lines	No.	Diameter	Material	Length	Breaking Strength
	Forecastle:	1	68 mm	PP/PES	220 m	116 MT
	Main deck fwd:	1	68 mm	PP/PES	220 m	116 MT
	Main deck aft:	1	68 mm	PP/PES	220 m	116 MT
	Poop deck:	1	68 mm	PP/PES	220 m	116 MT
8.5	Mooring winches	No.		# Drums		Brake Capacity
	Forecastle:	2		Double Drums		56.4 MT
	Main deck fwd:	2		Double Drums		56.4 MT
	Main deck aft:	1		Double Drums		56.4 MT
	Poop deck:	2		Triple drums		56.4 MT
8.6	Mooring bitts	No.				SWL
	Forecastle:	10				MT
	Main deck fwd:	4				MT
	Main deck aft:	4				MT
	Poop deck:	10				MT
8.7	Closed chocks and/or fairleads of enclosed type	No.				SWL
	Forecastle:					MT
	Main deck fwd:					MT
	Main deck aft:					MT
	Poop deck:					MT
Emergency Towing System						
8.8	Type / SWL of Emergency Towing system forward:			Chafing Chain		200 MT
8.9	Type / SWL of Emergency Towing system aft:			Towing Wire		200.0 MT
Anchors						
8.10	Number of shackles on port cable:					
8.11	Number of shackles on starboard cable:					
Escort Tug						
8.12	What is SWL and size of closed chock and/or fairleads of enclosed type on stern:				200 MT	Dia 600mm / 400mm
8.13	What is SWL of bollard on poopdeck suitable for escort tug:					200 MT
Bow/Stern Thruster						
8.14	What is brake horse power of bow thruster (if fitted):				bhp	0 Kw
8.15	What is brake horse power of stern thruster (if fitted):				bhp	0 Kw
Single Point Mooring (SPM) Equipment						
8.16	Does vessel comply with the latest edition of OCIMF 'Recommendations for Equipment Employed in the Mooring of Vessels at Single Point Moorings (SPM)':				Yes	
8.17	Is vessel fitted with chain stopper(s):				Yes	
8.18	How many chain stopper(s) are fitted:				1	
8.19	State type of chain stopper(s) fitted:			Tongue Type		
8.20	Safe Working Load (SWL) of chain stopper(s):					200 MT
8.21	What is the maximum size chain diameter the bow stopper(s) can handle:					76 mm
8.22	Distance between the bow fairlead and chain stopper/bracket:					3500 mm
8.23	Is bow chock and/or fairlead of enclosed type of OCIMF recommended size (600mm x 450mm)? If not, give details of size:				Yes Not Applicable	
Lifting Equipment						
8.24	Derrick / Crane description (Number, SWL and location):				Cranes: 1 x 15 Tonnes	
8.25	What is maximum outreach of cranes / derricks outboard of the ship's side:					5.9 m
Ship To Ship Transfer (STS)						



8.26 Does vessel comply with recommendations contained in OCIMF/ICS Ship To Ship Transfer Guide (Petroleum or Liquefied Gas, as applicable): Yes

9. MISCELLANEOUS

Engine Room

9.1 What type of fuel is used for main propulsion? H.F.O.  
 9.2 What type of fuel is used in the generating plant? H.F.O.  
 9.3 Capacity of bunker tanks - IFO and MDO/MGO: 2508.2 m3 309.4 m3  
 9.4 Is vessel fitted with fixed or controllable pitch propeller(s)? Fixed Pitch

Insurance

9.5 P & I Club - Full Style: U.K P&I CLUB  
 9.6 P & I Club coverage - pollution liability coverage: 1000000000 US\$

Port State Control

9.7 Date and place of last Port State Control inspection: /  
 9.8 Any outstanding deficiencies as reported by any Port State Control:  
 9.9 If yes, provide details:

Recent Operational History

9.10 Has vessel been involved in a pollution, grounding, serious casualty or collision incident during the past 12 months? If yes, full description: Pollution: No , Grounding: No , Serious casualty: No , Collision: No ,  
 9.11 Last three cargoes / charterers / voyages (Last / 2nd Last / 3rd Last): Contact owner for details

Vetting

9.12 Date/Place of last SIRE Inspection: Sep 06, 2013 / Port Qasim  
 9.13 Date/Place of last CDI Inspection: N/A  
 9.14 Recent Oil company inspections/screenings (To the best of owners knowledge and without guarantee of acceptance for future business)\*: Contact owner for details.

\*Blanket "approvals" are no longer given by Oil Majors and ships are accepted for the voyage on a case by case basis.

Version 3 (INTERTANKO / Q88.COM)

Browse Site

About KOTC

History  
 About Kuwait  
 Board Of Directors  
 Vision & Mission

Company Activities

Gas Filling Plant  
 Marine Agency Branch  
 Industrial Safety And Security  
 Building New Vessels

KOTC Fleet

KOTC Fleet List

Public Relation

Photo Gallery  
 News & Events  
 Event's Gallery  
 Magazine

HSE Performance

Current Projects  
 Future Projects  
 Parameters

I Sourcing

New Supplier Registration  
 Registered Supplier Login  
 Terms & Conditions

LPG Recycling Campaign

Vision, Mission, and Key Values

Important Links

K-Links

# **ANEXO II**

## **Alternativas generadas**

Nº Alt.	Lpp	B	D	T	Lpp/B	Cumple	B/D	Cumple	B/T	Cumple	D/T	Cumple	Lpp/D	Cumple	LBD>119	Cumple	D-T>=5,918	Cumple
1	193.60	32.20	17.90	12.35	6.012	SI	1.799	SI	2.607	SI	1.4	SI	10.816	SI	111587.1	NO	5.550	NO
2	193.60	32.20	17.90	12.60	6.012	SI	1.799	SI	2.556	SI	1.4	SI	10.816	SI	111587.1	NO	5.300	NO
3	193.60	32.20	17.90	12.85	6.012	SI	1.799	SI	2.506	SI	1.3	SI	10.816	SI	111587.1	NO	5.050	NO
4	193.60	32.20	17.90	13.10	6.012	SI	1.799	SI	2.458	SI	1.3	NO	10.816	SI	111587.1	NO	4.800	NO
5	193.60	32.20	17.90	13.35	6.012	SI	1.799	SI	2.412	SI	1.3	NO	10.816	SI	111587.1	NO	4.550	NO
6	193.60	32.20	18.40	12.35	6.012	SI	1.750	SI	2.607	SI	1.4	SI	10.522	SI	114704.1	NO	6.050	SI
7	193.60	32.20	18.40	12.60	6.012	SI	1.750	SI	2.556	SI	1.4	SI	10.522	SI	114704.1	NO	5.800	NO
8	193.60	32.20	18.40	12.85	6.012	SI	1.750	SI	2.506	SI	1.4	SI	10.522	SI	114704.1	NO	5.550	NO
9	193.60	32.20	18.40	13.10	6.012	SI	1.750	SI	2.458	SI	1.4	SI	10.522	SI	114704.1	NO	5.300	NO
10	193.60	32.20	18.40	13.35	6.012	SI	1.750	SI	2.412	SI	1.3	SI	10.522	SI	114704.1	NO	5.050	NO
11	193.60	32.20	18.90	12.35	6.012	SI	1.704	SI	2.607	SI	1.5	SI	10.243	SI	117821.0	NO	6.550	SI
12	193.60	32.20	18.90	12.60	6.012	SI	1.704	SI	2.556	SI	1.5	SI	10.243	SI	117821.0	NO	6.300	SI
13	193.60	32.20	18.90	12.85	6.012	SI	1.704	SI	2.506	SI	1.4	SI	10.243	SI	117821.0	NO	6.050	SI
14	193.60	32.20	18.90	13.10	6.012	SI	1.704	SI	2.458	SI	1.4	SI	10.243	SI	117821.0	NO	5.800	NO
15	193.60	32.20	18.90	13.35	6.012	SI	1.704	SI	2.412	SI	1.4	SI	10.243	SI	117821.0	NO	5.550	NO
16	193.60	32.20	19.40	12.35	6.012	SI	1.660	SI	2.607	SI	1.5	NO	9.979	SI	120938.0	SI	7.050	SI
17	193.60	32.20	19.40	12.60	6.012	SI	1.660	SI	2.556	SI	1.5	SI	9.979	SI	120938.0	SI	6.800	SI
18	193.60	32.20	19.40	12.85	6.012	SI	1.660	SI	2.506	SI	1.5	SI	9.979	SI	120938.0	SI	6.550	SI
19	193.60	32.20	19.40	13.10	6.012	SI	1.660	SI	2.458	SI	1.4	SI	9.979	SI	120938.0	SI	6.300	SI
20	193.60	32.20	19.40	13.35	6.012	SI	1.660	SI	2.412	SI	1.4	SI	9.979	SI	120938.0	SI	6.050	SI
21	193.60	32.20	19.90	12.35	6.012	SI	1.618	NO	2.607	SI	1.6	NO	9.729	SI	124055.0	SI	7.550	SI
22	193.60	32.20	19.90	12.60	6.012	SI	1.618	NO	2.556	SI	1.5	NO	9.729	SI	124055.0	SI	7.300	SI
23	193.60	32.20	19.90	12.85	6.012	SI	1.618	NO	2.506	SI	1.5	NO	9.729	SI	124055.0	SI	7.050	SI
24	193.60	32.20	19.90	13.10	6.012	SI	1.618	NO	2.458	SI	1.5	SI	9.729	SI	124055.0	SI	6.800	SI
25	193.60	32.20	19.90	13.35	6.012	SI	1.618	NO	2.412	SI	1.4	SI	9.729	SI	124055.0	SI	6.550	SI
26	194.60	32.20	17.90	12.35	6.043	SI	1.799	SI	2.607	SI	1.4	SI	10.872	SI	112163.5	NO	5.550	NO
27	194.60	32.20	17.90	12.60	6.043	SI	1.799	SI	2.556	SI	1.4	SI	10.872	SI	112163.5	NO	5.300	NO
28	194.60	32.20	17.90	12.85	6.043	SI	1.799	SI	2.506	SI	1.3	SI	10.872	SI	112163.5	NO	5.050	NO
29	194.60	32.20	17.90	13.10	6.043	SI	1.799	SI	2.458	SI	1.3	NO	10.872	SI	112163.5	NO	4.800	NO
30	194.60	32.20	17.90	13.35	6.043	SI	1.799	SI	2.412	SI	1.3	NO	10.872	SI	112163.5	NO	4.550	NO
31	194.60	32.20	18.40	12.35	6.043	SI	1.750	SI	2.607	SI	1.4	SI	10.576	SI	115296.6	NO	6.050	SI
32	194.60	32.20	18.40	12.60	6.043	SI	1.750	SI	2.556	SI	1.4	SI	10.576	SI	115296.6	NO	5.800	NO
33	194.60	32.20	18.40	12.85	6.043	SI	1.750	SI	2.506	SI	1.4	SI	10.576	SI	115296.6	NO	5.550	NO
34	194.60	32.20	18.40	13.10	6.043	SI	1.750	SI	2.458	SI	1.4	SI	10.576	SI	115296.6	NO	5.300	NO
35	194.60	32.20	18.40	13.35	6.043	SI	1.750	SI	2.412	SI	1.3	SI	10.576	SI	115296.6	NO	5.050	NO
36	194.60	32.20	18.90	12.35	6.043	SI	1.704	SI	2.607	SI	1.5	SI	10.296	SI	118429.6	NO	6.550	SI
37	194.60	32.20	18.90	12.60	6.043	SI	1.704	SI	2.556	SI	1.5	SI	10.296	SI	118429.6	NO	6.300	SI
38	194.60	32.20	18.90	12.85	6.043	SI	1.704	SI	2.506	SI	1.4	SI	10.296	SI	118429.6	NO	6.050	SI
39	194.60	32.20	18.90	13.10	6.043	SI	1.704	SI	2.458	SI	1.4	SI	10.296	SI	118429.6	NO	5.800	NO
40	194.60	32.20	18.90	13.35	6.043	SI	1.704	SI	2.412	SI	1.4	SI	10.296	SI	118429.6	NO	5.550	NO
41	194.60	32.20	19.40	12.35	6.043	SI	1.660	SI	2.607	SI	1.5	NO	10.031	SI	121562.7	SI	7.050	SI

42	194.60	32.20	19.40	12.60	6.043	SI	1.660	SI	2.556	SI	1.5	SI	10.031	SI	121562.7	SI	6.800	SI
43	194.60	32.20	19.40	12.85	6.043	SI	1.660	SI	2.506	SI	1.5	SI	10.031	SI	121562.7	SI	6.550	SI
44	194.60	32.20	19.40	13.10	6.043	SI	1.660	SI	2.458	SI	1.4	SI	10.031	SI	121562.7	SI	6.300	SI
45	194.60	32.20	19.40	13.35	6.043	SI	1.660	SI	2.412	SI	1.4	SI	10.031	SI	121562.7	SI	6.050	SI
46	194.60	32.20	19.90	12.35	6.043	SI	1.618	NO	2.607	SI	1.6	NO	9.779	SI	124695.7	SI	7.550	SI
47	194.60	32.20	19.90	12.60	6.043	SI	1.618	NO	2.556	SI	1.5	NO	9.779	SI	124695.7	SI	7.300	SI
48	194.60	32.20	19.90	12.85	6.043	SI	1.618	NO	2.506	SI	1.5	NO	9.779	SI	124695.7	SI	7.050	SI
49	194.60	32.20	19.90	13.10	6.043	SI	1.618	NO	2.458	SI	1.5	SI	9.779	SI	124695.7	SI	6.800	SI
50	194.60	32.20	19.90	13.35	6.043	SI	1.618	NO	2.412	SI	1.4	SI	9.779	SI	124695.7	SI	6.550	SI
51	195.60	32.20	17.90	12.35	6.075	SI	1.799	SI	2.607	SI	1.4	SI	10.927	SI	112739.9	NO	5.550	NO
52	195.60	32.20	17.90	12.60	6.075	SI	1.799	SI	2.556	SI	1.4	SI	10.927	SI	112739.9	NO	5.300	NO
53	195.60	32.20	17.90	12.85	6.075	SI	1.799	SI	2.506	SI	1.3	SI	10.927	SI	112739.9	NO	5.050	NO
54	195.60	32.20	17.90	13.10	6.075	SI	1.799	SI	2.458	SI	1.3	NO	10.927	SI	112739.9	NO	4.800	NO
55	195.60	32.20	17.90	13.35	6.075	SI	1.799	SI	2.412	SI	1.3	NO	10.927	SI	112739.9	NO	4.550	NO
56	195.60	32.20	18.40	12.35	6.075	SI	1.750	SI	2.607	SI	1.4	SI	10.630	SI	115889.0	NO	6.050	SI
57	195.60	32.20	18.40	12.60	6.075	SI	1.750	SI	2.556	SI	1.4	SI	10.630	SI	115889.0	NO	5.800	NO
58	195.60	32.20	18.40	12.85	6.075	SI	1.750	SI	2.506	SI	1.4	SI	10.630	SI	115889.0	NO	5.550	NO
59	195.60	32.20	18.40	13.10	6.075	SI	1.750	SI	2.458	SI	1.4	SI	10.630	SI	115889.0	NO	5.300	NO
60	195.60	32.20	18.40	13.35	6.075	SI	1.750	SI	2.412	SI	1.3	SI	10.630	SI	115889.0	NO	5.050	NO
61	195.60	32.20	18.90	12.35	6.075	SI	1.704	SI	2.607	SI	1.5	SI	10.349	SI	119038.2	NO	6.550	SI
62	195.60	32.20	18.90	12.60	6.075	SI	1.704	SI	2.556	SI	1.5	SI	10.349	SI	119038.2	NO	6.300	SI
63	195.60	32.20	18.90	12.85	6.075	SI	1.704	SI	2.506	SI	1.4	SI	10.349	SI	119038.2	NO	6.050	SI
64	195.60	32.20	18.90	13.10	6.075	SI	1.704	SI	2.458	SI	1.4	SI	10.349	SI	119038.2	NO	5.800	NO
65	195.60	32.20	18.90	13.35	6.075	SI	1.704	SI	2.412	SI	1.4	SI	10.349	SI	119038.2	NO	5.550	NO
66	195.60	32.20	19.40	12.35	6.075	SI	1.660	SI	2.607	SI	1.5	NO	10.082	SI	122187.4	SI	7.050	SI
67	195.60	32.20	19.40	12.60	6.075	SI	1.660	SI	2.556	SI	1.5	SI	10.082	SI	122187.4	SI	6.800	SI
68	195.60	32.20	19.40	12.85	6.075	SI	1.660	SI	2.506	SI	1.5	SI	10.082	SI	122187.4	SI	6.550	SI
69	195.60	32.20	19.40	13.10	6.075	SI	1.660	SI	2.458	SI	1.4	SI	10.082	SI	122187.4	SI	6.300	SI
70	195.60	32.20	19.40	13.35	6.075	SI	1.660	SI	2.412	SI	1.4	SI	10.082	SI	122187.4	SI	6.050	SI
71	195.60	32.20	19.90	12.35	6.075	SI	1.618	NO	2.607	SI	1.6	NO	9.829	SI	125336.5	SI	7.550	SI
72	195.60	32.20	19.90	12.60	6.075	SI	1.618	NO	2.556	SI	1.5	NO	9.829	SI	125336.5	SI	7.300	SI
73	195.60	32.20	19.90	12.85	6.075	SI	1.618	NO	2.506	SI	1.5	NO	9.829	SI	125336.5	SI	7.050	SI
74	195.60	32.20	19.90	13.10	6.075	SI	1.618	NO	2.458	SI	1.5	SI	9.829	SI	125336.5	SI	6.800	SI
75	195.60	32.20	19.90	13.35	6.075	SI	1.618	NO	2.412	SI	1.4	SI	9.829	SI	125336.5	SI	6.550	SI
76	196.60	32.20	17.90	12.35	6.106	SI	1.799	SI	2.607	SI	1.4	SI	10.983	SI	113316.3	NO	5.550	NO
77	196.60	32.20	17.90	12.60	6.106	SI	1.799	SI	2.556	SI	1.4	SI	10.983	SI	113316.3	NO	5.300	NO
78	196.60	32.20	17.90	12.85	6.106	SI	1.799	SI	2.506	SI	1.3	SI	10.983	SI	113316.3	NO	5.050	NO
79	196.60	32.20	17.90	13.10	6.106	SI	1.799	SI	2.458	SI	1.3	NO	10.983	SI	113316.3	NO	4.800	NO
80	196.60	32.20	17.90	13.35	6.106	SI	1.799	SI	2.412	SI	1.3	NO	10.983	SI	113316.3	NO	4.550	NO
81	196.60	32.20	18.40	12.35	6.106	SI	1.750	SI	2.607	SI	1.4	SI	10.685	SI	116481.5	NO	6.050	SI
82	196.60	32.20	18.40	12.60	6.106	SI	1.750	SI	2.556	SI	1.4	SI	10.685	SI	116481.5	NO	5.800	NO
83	196.60	32.20	18.40	12.85	6.106	SI	1.750	SI	2.506	SI	1.4	SI	10.685	SI	116481.5	NO	5.550	NO

84	196.60	32.20	18.40	13.10	6.106	SI	1.750	SI	2.458	SI	1.4	SI	10.685	SI	116481.5	NO	5.300	NO
85	196.60	32.20	18.40	13.35	6.106	SI	1.750	SI	2.412	SI	1.3	SI	10.685	SI	116481.5	NO	5.050	NO
86	196.60	32.20	18.90	12.35	6.106	SI	1.704	SI	2.607	SI	1.5	SI	10.402	SI	119646.8	SI	6.550	SI
87	196.60	32.20	18.90	12.60	6.106	SI	1.704	SI	2.556	SI	1.5	SI	10.402	SI	119646.8	SI	6.300	SI
88	196.60	32.20	18.90	12.85	6.106	SI	1.704	SI	2.506	SI	1.4	SI	10.402	SI	119646.8	SI	6.050	SI
89	196.60	32.20	18.90	13.10	6.106	SI	1.704	SI	2.458	SI	1.4	SI	10.402	SI	119646.8	SI	5.800	NO
90	196.60	32.20	18.90	13.35	6.106	SI	1.704	SI	2.412	SI	1.4	SI	10.402	SI	119646.8	SI	5.550	NO
91	196.60	32.20	19.40	12.35	6.106	SI	1.660	SI	2.607	SI	1.5	NO	10.134	SI	122812.0	SI	7.050	SI
92	196.60	32.20	19.40	12.60	6.106	SI	1.660	SI	2.556	SI	1.5	SI	10.134	SI	122812.0	SI	6.800	SI
93	196.60	32.20	19.40	12.85	6.106	SI	1.660	SI	2.506	SI	1.5	SI	10.134	SI	122812.0	SI	6.550	SI
94	196.60	32.20	19.40	13.10	6.106	SI	1.660	SI	2.458	SI	1.4	SI	10.134	SI	122812.0	SI	6.300	SI
95	196.60	32.20	19.40	13.35	6.106	SI	1.660	SI	2.412	SI	1.4	SI	10.134	SI	122812.0	SI	6.050	SI
96	196.60	32.20	19.90	12.35	6.106	SI	1.618	NO	2.607	SI	1.6	NO	9.879	SI	125977.3	SI	7.550	SI
97	196.60	32.20	19.90	12.60	6.106	SI	1.618	NO	2.556	SI	1.5	NO	9.879	SI	125977.3	SI	7.300	SI
98	196.60	32.20	19.90	12.85	6.106	SI	1.618	NO	2.506	SI	1.5	NO	9.879	SI	125977.3	SI	7.050	SI
99	196.60	32.20	19.90	13.10	6.106	SI	1.618	NO	2.458	SI	1.5	SI	9.879	SI	125977.3	SI	6.800	SI
100	196.60	32.20	19.90	13.35	6.106	SI	1.618	NO	2.412	SI	1.4	SI	9.879	SI	125977.3	SI	6.550	SI
101	197.60	32.20	17.90	12.35	6.137	SI	1.799	SI	2.607	SI	1.4	SI	11.039	SI	113892.6	NO	5.550	NO
102	197.60	32.20	17.90	12.60	6.137	SI	1.799	SI	2.556	SI	1.4	SI	11.039	SI	113892.6	NO	5.300	NO
103	197.60	32.20	17.90	12.85	6.137	SI	1.799	SI	2.506	SI	1.3	SI	11.039	SI	113892.6	NO	5.050	NO
104	197.60	32.20	17.90	13.10	6.137	SI	1.799	SI	2.458	SI	1.3	NO	11.039	SI	113892.6	NO	4.800	NO
105	197.60	32.20	17.90	13.35	6.137	SI	1.799	SI	2.412	SI	1.3	NO	11.039	SI	113892.6	NO	4.550	NO
106	197.60	32.20	18.40	12.35	6.137	SI	1.750	SI	2.607	SI	1.4	SI	10.739	SI	117074.0	NO	6.050	SI
107	197.60	32.20	18.40	12.60	6.137	SI	1.750	SI	2.556	SI	1.4	SI	10.739	SI	117074.0	NO	5.800	NO
108	197.60	32.20	18.40	12.85	6.137	SI	1.750	SI	2.506	SI	1.4	SI	10.739	SI	117074.0	NO	5.550	NO
109	197.60	32.20	18.40	13.10	6.137	SI	1.750	SI	2.458	SI	1.4	SI	10.739	SI	117074.0	NO	5.300	NO
110	197.60	32.20	18.40	13.35	6.137	SI	1.750	SI	2.412	SI	1.3	SI	10.739	SI	117074.0	NO	5.050	NO
111	197.60	32.20	18.90	12.35	6.137	SI	1.704	SI	2.607	SI	1.5	SI	10.455	SI	120255.4	SI	6.550	SI
112	197.60	32.20	18.90	12.60	6.137	SI	1.704	SI	2.556	SI	1.5	SI	10.455	SI	120255.4	SI	6.300	SI
113	197.60	32.20	18.90	12.85	6.137	SI	1.704	SI	2.506	SI	1.4	SI	10.455	SI	120255.4	SI	6.050	SI
114	197.60	32.20	18.90	13.10	6.137	SI	1.704	SI	2.458	SI	1.4	SI	10.455	SI	120255.4	SI	5.800	NO
115	197.60	32.20	18.90	13.35	6.137	SI	1.704	SI	2.412	SI	1.4	SI	10.455	SI	120255.4	SI	5.550	NO
116	197.60	32.20	19.40	12.35	6.137	SI	1.660	SI	2.607	SI	1.5	NO	10.186	SI	123436.7	SI	7.050	SI
117	197.60	32.20	19.40	12.60	6.137	SI	1.660	SI	2.556	SI	1.5	SI	10.186	SI	123436.7	SI	6.800	SI
118	197.60	32.20	19.40	12.85	6.137	SI	1.660	SI	2.506	SI	1.5	SI	10.186	SI	123436.7	SI	6.550	SI
119	197.60	32.20	19.40	13.10	6.137	SI	1.660	SI	2.458	SI	1.4	SI	10.186	SI	123436.7	SI	6.300	SI
120	197.60	32.20	19.40	13.35	6.137	SI	1.660	SI	2.412	SI	1.4	SI	10.186	SI	123436.7	SI	6.050	SI
121	197.60	32.20	19.90	12.35	6.137	SI	1.618	NO	2.607	SI	1.6	NO	9.930	SI	126618.1	SI	7.550	SI
122	197.60	32.20	19.90	12.60	6.137	SI	1.618	NO	2.556	SI	1.5	NO	9.930	SI	126618.1	SI	7.300	SI
123	197.60	32.20	19.90	12.85	6.137	SI	1.618	NO	2.506	SI	1.5	NO	9.930	SI	126618.1	SI	7.050	SI
124	197.60	32.20	19.90	13.10	6.137	SI	1.618	NO	2.458	SI	1.5	SI	9.930	SI	126618.1	SI	6.800	SI
125	197.60	32.20	19.90	13.35	6.137	SI	1.618	NO	2.412	SI	1.4	SI	9.930	SI	126618.1	SI	6.550	SI

Nº	Lpp	B	D	T	Fn	CB1	CB2	CB.M	Δ	PR	BHP (HP)	P. acero	P.Maq	Motor	Resto	Otros	L. ejes	P. Equipo	Δ-PR	Cumple
17	193,60	32,20	19,40	12,60	0,177	0,815	0,852	0,834	67140,12	12511,29	11993,54	10017,48	889,25	273,58	422,78	156,10	36,79	1604,56	54628,83	NO
18	193,60	32,20	19,40	12,85	0,177	0,815	0,852	0,834	68472,26	12519,28	12151,66	10017,48	897,24	276,85	426,67	156,93	36,79	1604,56	55952,98	SI
19	193,60	32,20	19,40	13,10	0,177	0,815	0,852	0,834	69804,41	12527,20	12308,76	10017,48	905,16	280,10	430,53	157,74	36,79	1604,56	57277,21	SI
20	193,60	32,20	19,40	13,35	0,177	0,815	0,852	0,834	71136,55	12535,05	12464,87	10017,48	913,00	283,10	434,34	158,54	36,79	1604,56	58601,51	SI
42	194,60	32,20	19,40	12,60	0,177	0,816	0,853	0,835	67538,71	12606,39	12038,59	10105,61	891,25	274,51	423,89	155,99	36,86	1609,53	54932,32	NO
43	194,60	32,20	19,40	12,85	0,177	0,816	0,853	0,835	68878,76	12614,40	12197,31	10105,61	899,27	277,79	427,80	156,81	36,86	1609,53	56264,36	SI
44	194,60	32,20	19,40	13,10	0,177	0,816	0,853	0,835	70218,82	12622,34	12355,00	10105,61	907,20	281,06	431,66	157,63	36,86	1609,53	57596,48	SI
45	194,60	32,20	19,40	13,35	0,177	0,816	0,853	0,835	71558,87	12630,20	12511,69	10105,61	915,07	284,29	435,49	158,43	36,86	1609,53	58928,67	SI
67	195,60	32,20	19,40	12,60	0,176	0,816	0,854	0,835	67937,21	12701,76	12083,52	10194,05	893,26	275,44	425,00	155,88	36,94	1614,46	55235,45	SI
68	195,60	32,20	19,40	12,85	0,176	0,816	0,854	0,835	69285,17	12709,79	12242,83	10194,05	901,29	278,74	428,91	156,70	36,94	1614,46	56575,38	SI
69	195,60	32,20	19,40	13,10	0,176	0,816	0,854	0,835	70633,14	12717,75	12401,11	10194,05	909,25	282,01	432,79	157,52	36,94	1614,46	57915,38	SI
70	195,60	32,20	19,40	13,35	0,176	0,816	0,854	0,835	71981,10	12725,64	12558,39	10194,05	917,13	278,74	436,62	158,32	36,94	1614,46	59255,46	SI
86	196,60	32,20	18,90	12,35	0,176	0,817	0,855	0,836	66979,76	12550,13	11967,37	10047,65	883,13	282,01	422,13	150,95	37,01	1619,36	54429,63	NO
87	196,60	32,20	18,90	12,60	0,176	0,817	0,855	0,836	68335,63	12558,24	12128,34	10047,65	891,24	285,26	426,10	151,76	37,01	1619,36	55777,39	SI
88	196,60	32,20	18,90	12,85	0,176	0,817	0,855	0,836	69691,49	12566,27	12288,24	10047,65	899,27	273,03	430,03	152,56	37,01	1619,36	57125,22	SI
92	196,60	32,20	19,40	12,60	0,176	0,817	0,855	0,836	68335,63	12797,41	12128,34	10282,80	895,25	276,37	426,10	155,77	37,01	1619,36	55538,22	SI
93	196,60	32,20	19,40	12,85	0,176	0,817	0,855	0,836	69691,49	12805,47	12288,24	10282,80	903,30	279,68	430,03	156,59	37,01	1619,36	56886,03	SI
94	196,60	32,20	19,40	13,10	0,176	0,817	0,855	0,836	71047,36	12813,44	12447,11	10282,80	911,28	279,68	433,91	157,40	37,01	1619,36	58233,92	SI
95	196,60	32,20	19,40	13,35	0,176	0,817	0,855	0,836	72403,23	12821,35	12604,97	10282,80	919,19	286,22	437,76	158,20	37,01	1619,36	59581,88	SI
111	197,60	32,20	18,90	12,35	0,175	0,817	0,855	0,836	67370,19	12644,01	12011,48	10134,68	885,10	273,95	423,22	150,84	37,08	1624,22	54726,18	NO
112	197,60	32,20	18,90	12,60	0,175	0,817	0,855	0,836	68733,96	12652,14	12173,04	10134,68	893,23	277,29	427,20	151,65	37,08	1624,22	56081,82	SI
113	197,60	32,20	18,90	12,85	0,175	0,817	0,855	0,836	70097,73	12660,19	12333,53	10134,68	901,28	280,61	431,13	152,45	37,08	1624,22	57437,54	SI
117	197,60	32,20	19,40	12,60	0,175	0,817	0,855	0,836	68733,96	12893,34	12173,04	10371,88	897,24	277,29	427,20	155,66	37,08	1624,22	55840,62	SI
118	197,60	32,20	19,40	12,85	0,175	0,817	0,855	0,836	70097,73	12901,41	12333,53	10371,88	905,31	280,61	431,13	156,48	37,08	1624,22	57196,31	SI
119	197,60	32,20	19,40	13,10	0,175	0,817	0,855	0,836	71461,50	12909,41	12492,98	10371,88	913,31	283,91	435,03	157,29	37,08	1624,22	58552,09	SI
120	197,60	32,20	19,40	13,35	0,175	0,817	0,855	0,836	72825,27	12917,34	12651,42	10371,88	921,24	287,18	438,88	158,09	37,08	1624,22	59907,93	SI

Nº Altern.	Lpp	B	D	T	CMg + CmMg	P. Acero (WST)	Ceq+CmE	Cep	Wer	CC	Factor 55,7%
18	193,60	32,20	19,40	12,85	31589848,08	10017,48	11915552,65	4374597,94	1655,06	46780000,79	72836461,23
19	193,60	32,20	19,40	13,10	31589848,08	10017,48	11972109,52	4431154,81	1655,06	46840814,63	72931148,37
20	193,60	32,20	19,40	13,35	31589848,08	10017,48	12028307,73	4487353,01	1655,06	46901242,80	73025235,05
43	194,60	32,20	19,40	12,85	31867739,50	10105,61	11977580,21	4391030,11	1666,19	47145505,07	73405551,39
44	194,60	32,20	19,40	13,10	31867739,50	10105,61	12034349,52	4447799,42	1666,19	47206547,33	73500594,20
45	194,60	32,20	19,40	13,35	31867739,50	10105,61	12090758,82	4504208,72	1666,19	47267202,50	73595034,29
67	195,60	32,20	19,40	12,60	32146632,33	10194,05	11982283,16	4350067,33	1677,33	47450446,76	73880345,61
68	195,60	32,20	19,40	12,85	32146632,33	10194,05	12039635,11	4407419,28	1677,33	47512115,53	73976363,88
69	195,60	32,20	19,40	13,10	32146632,33	10194,05	12096616,31	4464400,47	1677,33	47573385,63	74071761,43
70	195,60	32,20	19,40	13,35	32146632,33	10194,05	12153236,15	4521020,32	1677,33	47634267,18	74166554,01
87	196,60	32,20	18,90	12,60	31684965,31	10047,65	11990142,65	4366201,20	1675,31	46962481,68	73120583,98
88	196,60	32,20	18,90	12,85	31684965,31	10047,65	12047707,31	4423765,86	1675,31	47024379,17	73216958,37
92	196,60	32,20	19,40	12,60	32426525,03	10282,80	12044152,86	4366201,20	1688,48	47817933,21	74452522,01
93	196,60	32,20	19,40	12,85	32426525,03	10282,80	12101717,52	4423765,86	1688,48	47879830,70	74548896,40
94	196,60	32,20	19,40	13,10	32426525,03	10282,80	12158910,05	4480958,39	1688,48	47941328,05	74644647,77
95	196,60	32,20	19,40	13,35	32426525,03	10282,80	12215739,89	4537788,23	1688,48	48002435,40	74739791,92
112	197,60	32,20	18,90	12,60	31959432,69	10134,68	12051683,15	4382293,44	1686,39	47323780,47	73683126,19
113	197,60	32,20	18,90	12,85	31959432,69	10134,68	12109459,98	4440070,27	1686,39	47385906,09	73779855,78
117	197,60	32,20	19,40	12,60	32707416,08	10371,88	12106050,77	4382293,44	1699,65	48186523,49	75026417,08
118	197,60	32,20	19,40	12,85	32707416,08	10371,88	12163827,60	4440070,27	1699,65	48248649,11	75123146,67
119	197,60	32,20	19,40	13,10	32707416,08	10371,88	12221230,92	4497473,59	1699,65	48310373,11	75219250,94
120	197,60	32,20	19,40	13,35	32707416,08	10371,88	12278270,21	4554512,89	1699,65	48371705,69	75314745,76

# **ANEXO III**

## **Informes**

### **“NavCad”**



# Propulsion

5 may 2014 02:04

HydroComp NavCad 2012

Project ID      **Petrolero Productos 55000 TPM**  
Description    **Predicción de potencia**  
File name      **1ª Estimación de potencia.hcnc**

## Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	7000,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	1,302	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

## Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,18	0,83	6,10	2,50
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

## Prediction results [System]

	HULL-PROPULSOR				ENGINE			
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]		
9,00	1274,2	0,3865	0,2000	1,0114	69	1939,2		
10,00	1720,8	0,3860	0,2000	1,0114	76	2611,2		
11,00	2258,1	0,3854	0,2000	1,0114	83	3417,3		
12,00	2946,8	0,3850	0,2000	1,0114	91	4466,5		
13,00	3822,6	0,3846	0,2000	1,0114	99	5822,2		
14,00	4963,9	0,3842	0,2000	1,0114	108	7630,2		
+ 15,00 +	6483,3	0,3838	0,2000	1,0114	118	10110,2		
16,00	8533,4	0,3835	0,2000	1,0114	130	13577,6		
17,00	11305,0	0,3832	0,2000	1,0114	143	18458,2		
18,00	15057,2	0,3829	0,2000	1,0114	158	25371,5		
	POWER DELIVERY							
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN.m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
9,00	69	264,23	1881,0	1939,2	1939,2	1939,2	---	
10,00	76	321,77	2532,9	2611,2	2611,2	2611,2	---	
11,00	83	384,50	3314,8	3417,3	3417,3	3417,3	---	
12,00	91	459,78	4332,5	4466,5	4466,5	4466,5	946,7	
13,00	99	549,44	5647,5	5822,2	5822,2	5822,2	786,8	
14,00	108	659,90	7401,3	7630,2	7630,2	7630,2	646,5	
+ 15,00 +	118	799,60	9806,9	10110,2	10110,2	10110,2	522,8	
16,00	130	978,98	13170,3	13577,6	13577,6	13577,6	415,2	
17,00	143	1209,64	17904,5	18458,2	18458,2	18458,2	324,5	
18,00	158	1506,74	24610,4	25371,5	25371,5	25371,5	250,0	
	EFFICIENCY		THRUST					
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
9,00	0,5135	0,6571	343,99	275,20				
10,00	0,5156	0,6590	418,12	334,50				
11,00	0,5174	0,6608	498,78	399,03				
12,00	0,5170	0,6598	596,67	477,35				
13,00	0,5148	0,6566	714,46	571,58				
14,00	0,5104	0,6506	861,50	689,22				
+ 15,00 +	0,5034	0,6413	1050,19	840,17				
16,00	0,4936	0,6285	1295,86	1036,72				
17,00	0,4813	0,6125	1615,78	1292,66				
18,00	0,4666	0,5935	2032,51	1626,05				

# Propulsion

5 may 2014 02:04

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Description

File name

Petrolero Productos 55000 TPM

Predicción de potencia

1ª Estimación de potencia.hcnc

## Prediction results [Propulsor]

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
9,00	0,3819	0,1439	0,01703	0,98671	0,30579	2,5126	4,8374	2,70e7	
10,00	0,3841	0,1431	0,01697	0,96962	0,29932	2,4691	4,735	2,98e7	
11,00	0,3861	0,1423	0,01690	0,95433	0,29356	2,4302	4,6439	3,26e7	
12,00	0,3857	0,1425	0,01692	0,95784	0,29488	2,4391	4,6648	3,57e7	
13,00	0,3833	0,1434	0,01699	0,97595	0,30171	2,4852	4,7728	3,89e7	
14,00	0,3785	0,1452	0,01714	1,0134	0,316	2,5807	4,9989	4,25e7	
+ 15,00 +	0,3711	0,1480	0,01737	1,075	0,33985	2,7374	5,3762	4,64e7	
16,00	0,3610	0,1518	0,01767	1,1646	0,37548	2,9656	5,9398	5,09e7	
17,00	0,3488	0,1564	0,01804	1,2851	0,42496	3,2724	6,7224	5,59e7	
18,00	0,3349	0,1615	0,01845	1,4406	0,49141	3,6684	7,7737	6,17e7	
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
9,00	47,78	6,97	1,40	23,36	0,303	20,18	2,0	2,0	3561,9
10,00	38,63	5,70	1,14	25,84	0,326	24,53	2,0	2,0	3568,1
11,00	31,87	4,75	0,95	28,29	0,350	29,27	2,0	2,0	3573,7
12,00	26,74	3,98	0,80	30,93	0,379	35,01	2,0	2,0	3572,4
13,00	22,75	3,34	0,67	33,73	0,414	41,92	2,0	2,0	3565,8
14,00	19,59	2,81	0,56	36,81	0,459	50,55	2,0	2,0	3552,5
+ 15,00 +	17,05	2,35	0,47	40,25	0,515	61,62 !!	2,8	2,8	3532,1
16,00	14,97	1,95	0,39	44,15	0,589	76,04 !!	4,3	4,3	3504,6
17,00	13,25	1,61	0,33	48,58	0,685	94,81 !!	7,1	7,1	3471,7
18,00	11,81	1,32	0,27	53,61 !	0,810	119,26 !!	12,2	12,2	3434,4

# Propulsion

5 may 2014 02:04

HydroComp NavCad 2012

Project ID **Petrolero Productos 55000 TPM**

Description **Predicción de potencia**

File name **1ª Estimación de potencia.hcnc**

## Hull data

General		Planing	
Configuration:	<b>Monohull</b>	<i>Proj chine length:</i>	<b>0,000 m</b>
Chine type:	<b>Round/multiple</b>	<i>Proj bottom area:</i>	<b>0,0 m2</b>
Length on WL:	<b>196,500 m</b>	<i>LCG fwd TR:</i>	<b>[XCG/LP 0,000] 0,000 m</b>
Max beam on WL:	<b>[LWL/BWL 6,102] 32,200 m</b>	<i>VCG below WL:</i>	<b>0,000 m</b>
Max molded draft:	<b>[BWL/T 2,496] 12,900 m</b>	<i>Aft station (fwd TR):</i>	<b>0,000 m</b>
Displacement:	<b>[CB 0,834] 69842,80 t</b>	<i>Chine beam:</i>	<b>0,000 m</b>
Wetted surface:	<b>[CWS 5,817] 9697,7 m2</b>	<i>Chine ht below WL:</i>	<b>0,000 m</b>
ITTC-78 (CT)		<i>Deadrise:</i>	<b>0,00 deg</b>
LCB fwd TR:	<b>[XCB/LWL 0,573] 112,651 m</b>	<i>Fwd station (fwd TR):</i>	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR:	<b>[XCF/LWL 0,548] 107,632 m</b>	<i>Chine beam:</i>	<b>0,000 m</b>
Max section area:	<b>[CX 1,000] 415,4 m2</b>	<i>Chine ht below WL:</i>	<b>0,000 m</b>
Waterplane area:	<b>[CWP 0,883] 5587,8 m2</b>	<i>Deadrise:</i>	<b>0,00 deg</b>
Bulb section area:	<b>44,0 m2</b>	<i>Propulsor type:</i>	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>7,100 m</b>	<i>Propeller diameter</i>	<b>7000,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>211,600 m</b>	<i>Shaft angle to WL:</i>	<b>0,00 deg</b>
Transom area:	<b>[ATR/AX 0,000] 0,0 m2</b>	<i>Position fwd TR:</i>	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL:	<b>[BTR/BWL 0,000] 0,000 m</b>	<i>Position below WL:</i>	<b>0,000 m</b>
Transom immersion:	<b>[TTR/T 0,000] 0,000 m</b>		
Half entrance angle:	<b>53,80 deg</b>		
Bow shape factor:	<b>[AVG flow] 0,0</b>		
Stern shape factor:	<b>[AVG flow] 0,0</b>		

## Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	<b>1</b>	<i>Oblique angle corr:</i>	<b>Off</b>
Propulsor type:	<b>Propeller series</b>	<i>Shaft angle to WL:</i>	<b>0,00 deg</b>
Propeller type:	<b>FPP</b>	<i>Added rise of run:</i>	<b>0,00 deg</b>
Propeller series:	<b>B Series</b>	<i>Propeller cup:</i>	<b>0,0 mm</b>
Propeller sizing:	<b>By thrust</b>	<i>KTKQ corrections:</i>	<b>Custom</b>
KTKQ file:		<i>Scale correction:</i>	<b>None</b>
Blade count:	<b>4</b>	<i>KT multiplier:</i>	<b>1,00</b>
Expanded area ratio:	<b>0,5152</b>	<i>KQ multiplier:</i>	<b>1,00</b>
Propeller diameter:	<b>6489,8 mm</b>	<i>Blade T/C [0.7R]:</i>	<b>0,00</b>
Propeller mean pitch:	<b>[P/D 0,6409] 4159,5 mm</b>	<i>Roughness:</i>	<b>0,00 mm</b>
Hub immersion:	<b>9750,0 mm</b>	<i>Cav breakdown:</i>	<b>Off</b>
Engine/gear		<i>Nozzle L/D:</i>	<b>0,50</b>
Engine data:	<b>Wärtsilä RT-flex 60C</b>	Design condition	
Rated RPM:	<b>0 RPM</b>	<i>Max prop diam:</i>	<b>7000,0 mm</b>
Rated power:	<b>0,0 kW</b>	<i>Design speed:</i>	<b>15,00 kt</b>
Gear efficiency:	<b>1,00</b>	<i>Reference power:</i>	<b>14520,0 kW</b>
Gear ratio:	<b>1,000</b>	<i>Design point:</i>	<b>0,850</b>
Shaft efficiency:	<b>0,97</b>	<i>Reference RPM:</i>	<b>115,0</b>
		<i>Design point:</i>	<b>1,030</b>

# Propulsion

5 may 2014 02:04

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Description

File name

**Petrolero Productos 55000 TPM**

**Predicción de potencia**

**1ª Estimación de potencia.hcnc**

## Symbols and values

SPEED = Vessel speed  
FN = Froude number [LWL]  
FV = Froude number [VOL]  
PETOTAL = Total vessel effective power  
WFT = Taylor wake fraction coefficient  
THD = Thrust deduction coefficient  
EFFR = Relative-rotative efficiency  
RPMENG = Engine RPM  
PBPROP = Brake power per propulsor  
  
QPROP = Propulsor open water torque  
PDPROP = Delivered power per propulsor  
PSPROP = Shaft power per propulsor  
PSTOTAL = Total vessel shaft power  
PBTOTAL = Total vessel brake power  
TRANSP = Transport factor  
FUEL = Fuel rate per engine  
LOADENG = Percentage of engine max available power at given RPM  
  
RPMPROP = Propulsor RPM  
EFO = Propulsor open-water efficiency  
EFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]  
THRPROP = Open-water thrust per propulsor  
DELTHR = Total vessel delivered thrust  
NETTOW = Total vessel net tow pull  
CPPITCH = Operational pitch of CPP  
  
J = Propulsor advance coefficient  
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]  
KQ = Propulsor torque coefficient  
KTJ2 = Propulsor thrust loading ratio  
KQJ3 = Propulsor torque loading ratio  
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient  
CP = Propulsor thrust loading coefficient  
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R  
KTN = Nozzle thrust coefficient  
  
SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed  
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM  
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R  
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed  
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria  
PRESS = Average propeller loading pressure  
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage  
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]  
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation  
  
+ = Design speed indicator  
\* = Exceeds recommended parameter limit  
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]  
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]  
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]  
--- = Insignificant or not applicable

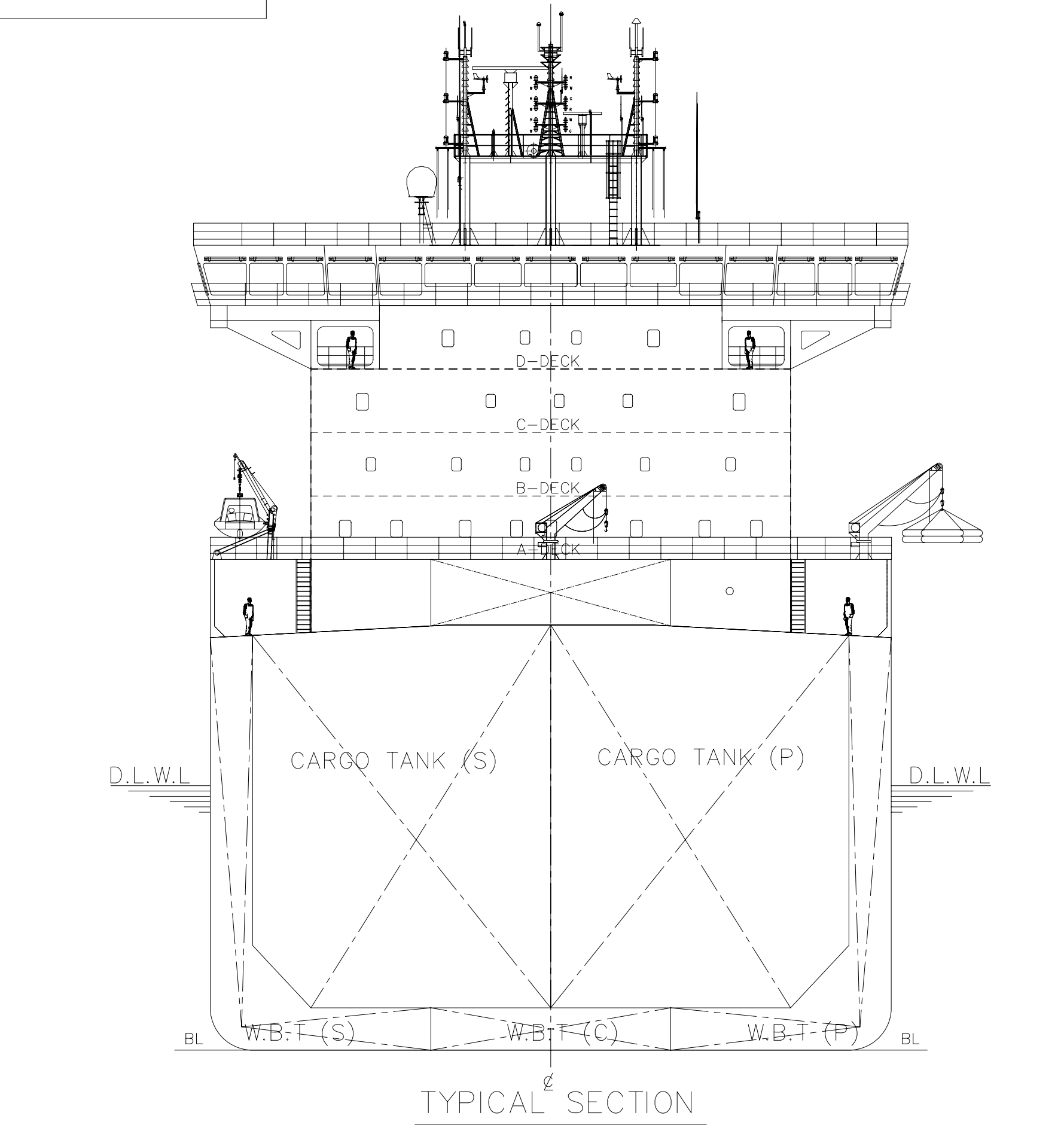
# **ANEXO IV**

**Buque Base**

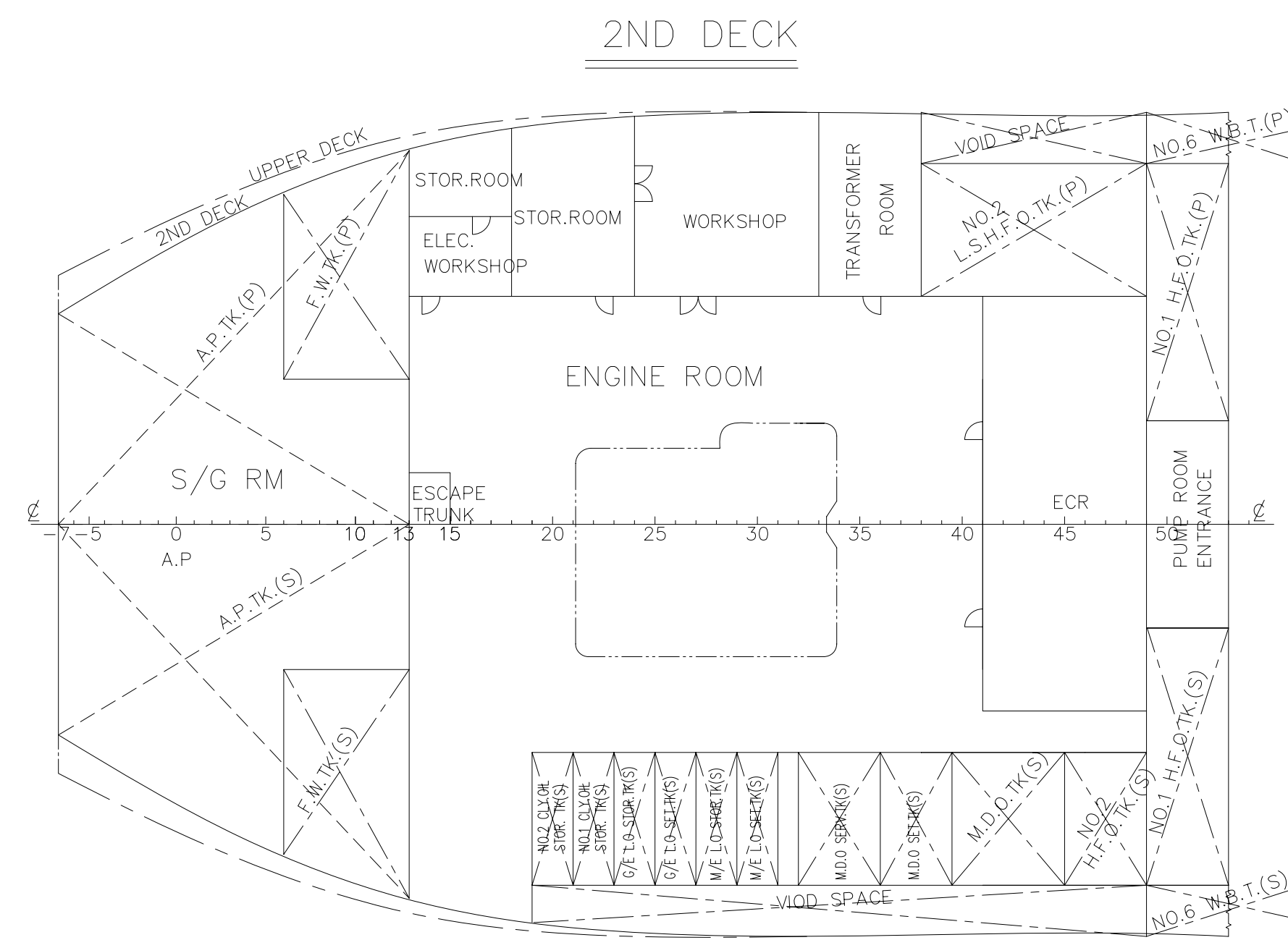
**“DAN SABIÁ”**



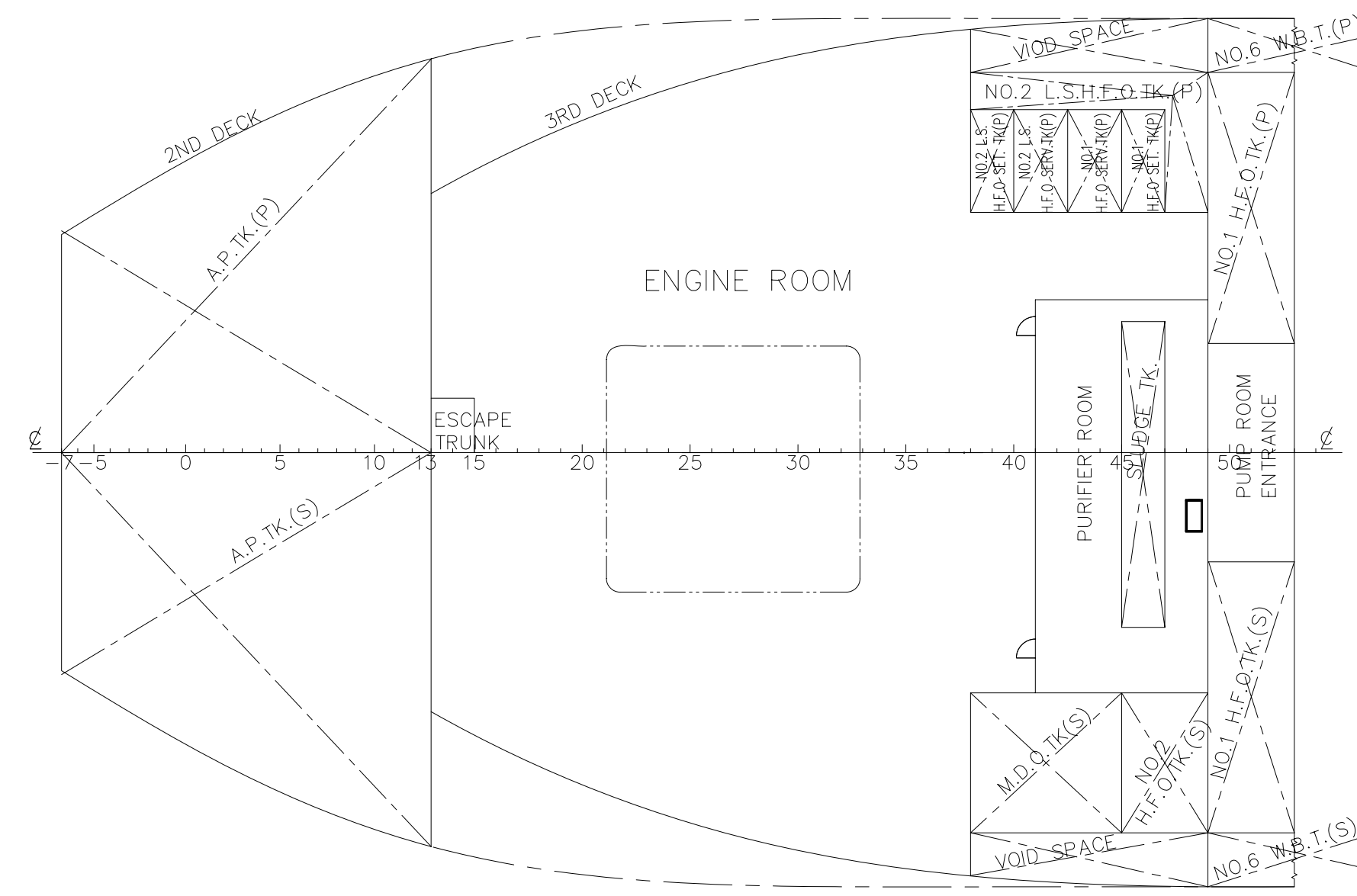
# CAPACITY PLAN



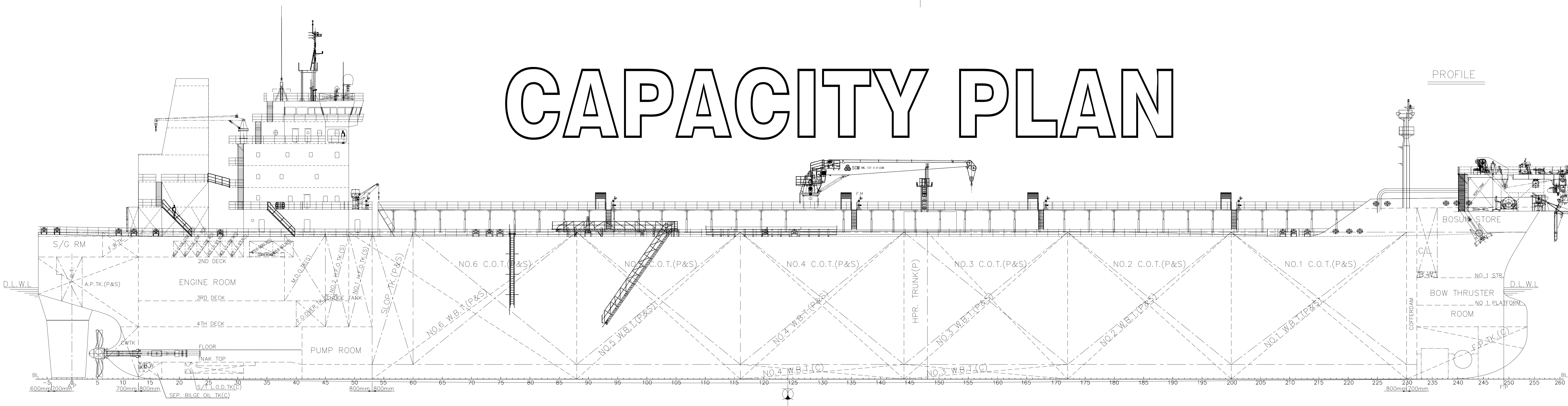
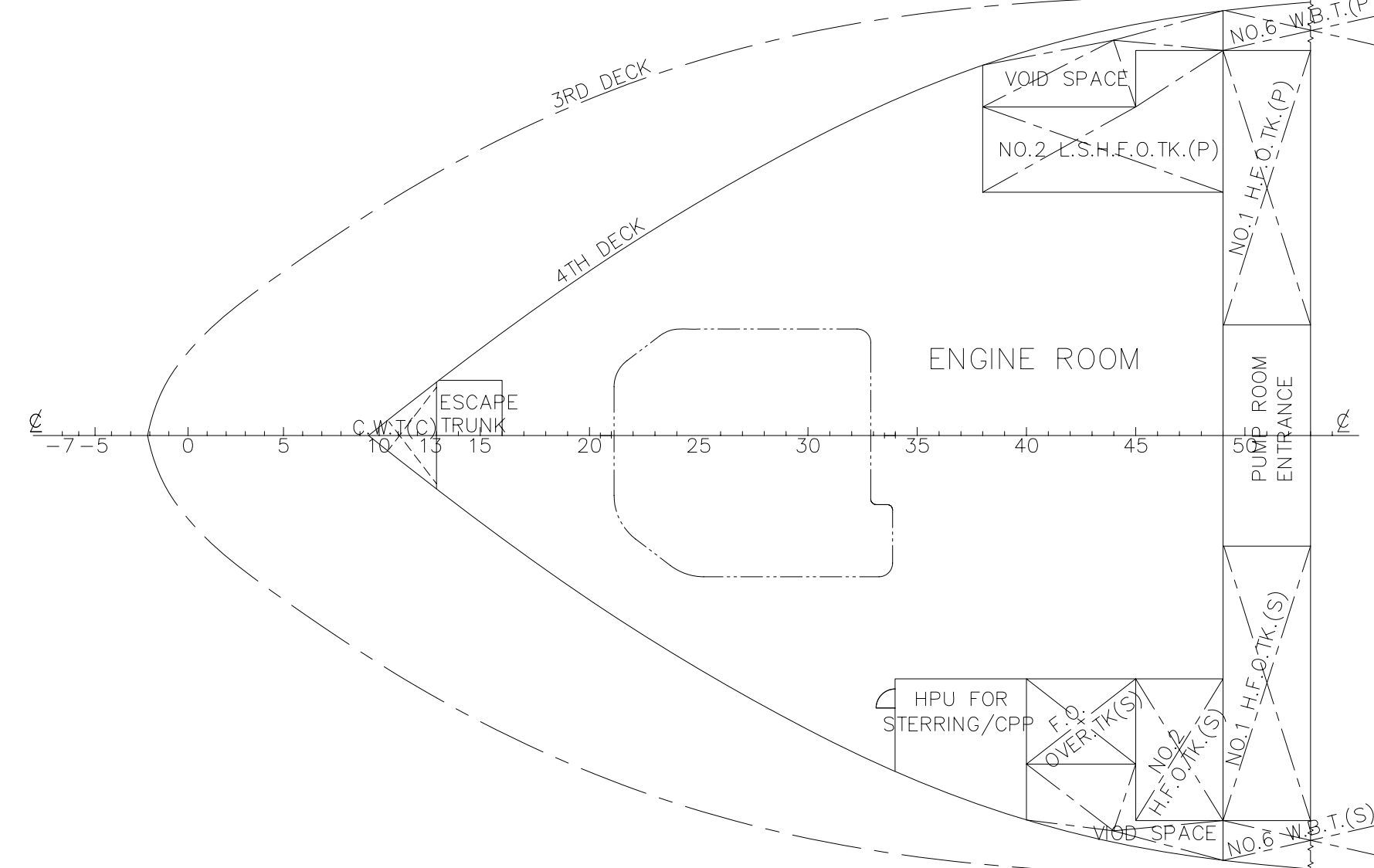
TYPICAL SECTION



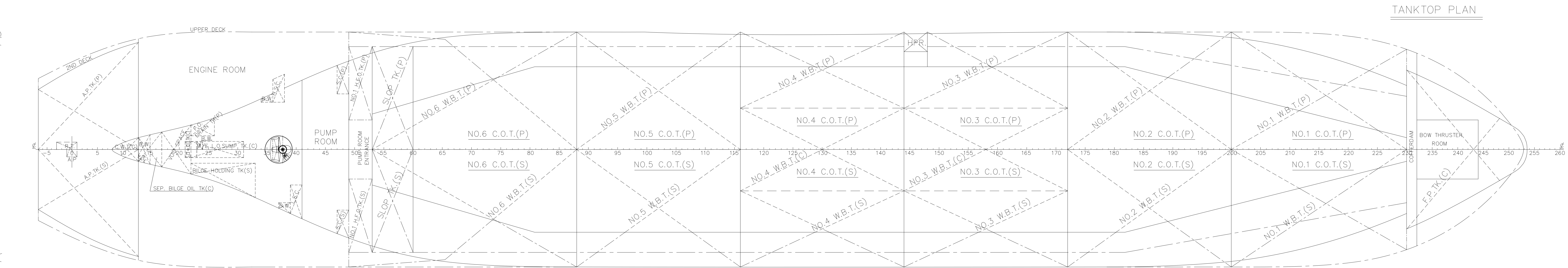
3RD DECK



4TH DECK

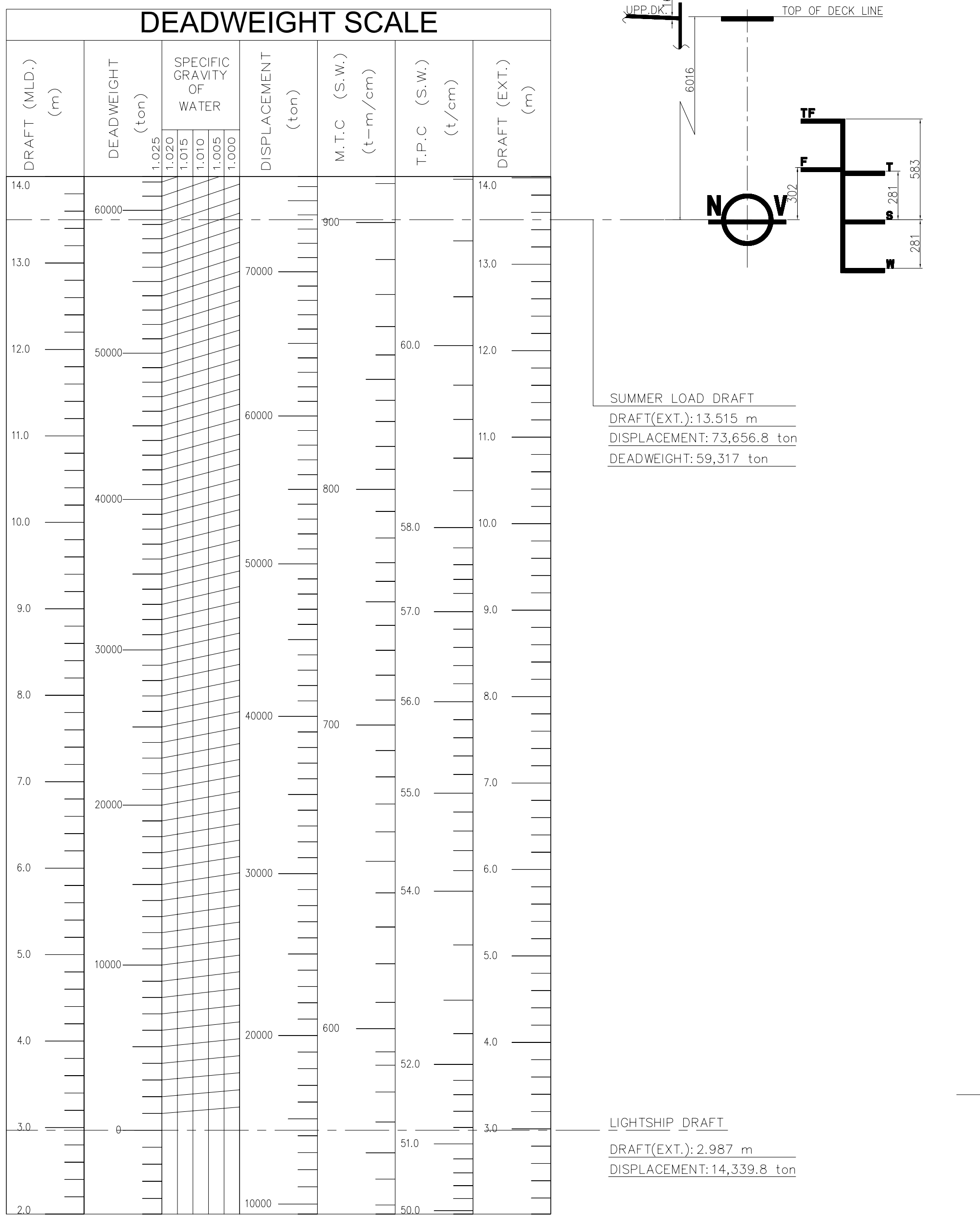


PROFILE



TANKTOP PLAN

PLAN HISTORY					
DATE	REV. No.	DESCRIPTION	DWN.	CHKD.	APPD.
2011-12-21	F	FINAL DRAWING FOR HULL NO. N266	CHO	LNJ	HYR



## PRINCIPAL PARTICULARS

LENGTH (O.A)	207.00 m
LENGTH (B.P)	196.00 m
BREADTH (M.L.D.)	32.20 m
DEPTH (M.L.D.)	19.50 m
DRAFT (D.L.W.L)	12.50 m
DRAFT (SCANTLING)	13.50 m
DEADWEIGHT (at SCANTLING)	59317 mt
MAIN ENGINE	MAN-B&W 6S50MC-C7 1 SET
	MCR:9480 kW x 127 r/min
	NCR:8532 kW x 123 r/min
SERVICE SPEED (at DESIGN DRAFT, 90%MCR With 15%SM)	14.15 Kts
CLASSIFICATION	: DNV
+1A1, "Tanker for oil ESP", CSR, E0, DYNPOS-AUTR, OPP-F, BOW LOADING, SPM, F=AMC, NAUT-OC, T=MON, VCS-2	

CARGO OIL TANKS							
COMPARTMENT	LOCATION (FRAME)	CAPACITY(m³)	WEIGHT(ton)	L.C.G (m)	T.C.G (m)	V.C.G (m)	LT (m³)
N0.1.C.O.T(P)	200-230	3756.2	3681.1	71.622	4.558	11.583	1834
N0.1.C.O.T(S)	200-230	3756.2	3681.1	71.622	-4.558	11.583	1834
N0.2.C.O.T(P)	172-200	5185.5	5081.8	49.065	6.508	11.154	4463
N0.2.C.O.T(S)	172-200	5185.5	5081.8	49.065	-6.508	11.154	4463
N0.3.C.O.T(P)	144-172	5540.0	5429.2	27.100	6.913	11.099	5233
N0.3.C.O.T(S)	144-172	5540.0	5429.2	27.100	-6.913	11.099	5233
N0.4.C.O.T(P)	116-144	5540.0	5429.2	4.700	6.913	11.099	5233
N0.4.C.O.T(S)	116-144	5540.0	5429.2	4.700	-6.913	11.099	5233
N0.5.C.O.T(P)	88-116	5540.0	5429.2	-17.700	6.913	11.099	5233
N0.5.C.O.T(S)	88-116	5540.0	5429.2	-17.700	-6.913	11.099	5233
N0.6.C.O.T(P)	60-88	5352.3	5425.2	-39.884	6.743	11.330	5233
N0.6.C.O.T(S)	60-88	5352.3	5425.2	-39.884	-6.743	11.330	5233
SLOP.T(P)	53-60	1195.9	1172.0	-54.068	6.259	12.022	1308
SLOP.T(S)	53-60	1195.9	1172.0	-54.068	-6.259	12.022	1308
TOTAL		64219.7	62935.3				

WATER BALLAST TANKS							
COMPARTMENT	LOCATION (FRAME)	CAPACITY(m³)	WEIGHT(ton)	L.C.G (m)	T.C.G (m)	V.C.G (m)	LT (m³)
F.P.T(K)	230-F.E	347.2	360.9	91.881	0.000	4.414	3249
N0.1.W.B.T(P)	200-230	2927.5	3000.7	72.566	10.458	8.893	4416
N0.1.W.B.T(S)	200-230	2927.5	3000.7	72.566	-10.458	8.893	4416
N0.2.W.B.T(P)	172-200	1880.4	1927.4	50.594	11.914	6.850	7468
N0.2.W.B.T(S)	172-200	1880.4	1927.4	50.594	-11.914	6.850	7468
N0.3.W.B.T(P)	144-172	1220.7	1251.3	27.768	13.348	6.837	1979
N0.3.W.B.T(S)	144-172	1220.7	1251.3	27.768	-13.348	6.837	1979
N0.4.W.B.T(P)	116-144	1305.7	1338.3	4.700	13.474	6.944	2118
N0.4.W.B.T(S)	116-144	1305.7	1338.3	4.700	-13.474	6.944	2118
N0.5.W.B.T(P)	88-116	1305.7	1338.3	4.700	13.474	6.944	2118
N0.5.W.B.T(S)	88-116	1305.7	1338.3	4.700	-13.474	6.944	2118
N0.6.W.B.T(P)	60-88	1305.7	1338.3	4.700	13.474	6.944	2118
N0.6.W.B.T(S)	60-88	1305.7	1338.3	4.700	-13.474	6.944	2118
SLOP.T(P)	53-60	1195.9	1172.0	-54.068	6.259	12.022	1308
SLOP.T(S)	53-60	1195.9	1172.0	-54.068	-6.259	12.022	1308
TOTAL		36664.7	37581.4				

FRESH WATER TANKS							
COMPARTMENT	LOCATION (FRAME)	CAPACITY(m³)	WEIGHT(ton)	L.C.G (m)	T.C.G (m)	V.C.G (m)	LT (m³)
F.W.T(P)	6-13	129.4	129.4	-91.282	9.872	18.28	288
F.W.T(S)	6-13	129.4	129.4	-91.282	9.872	18.28	288
TOTAL		258.8	258.8				

HEAVY FUEL OIL TANKS							
COMPARTMENT	LOCATION (FRAME)	CAPACITY(m³)	WEIGHT(ton)	L.C.G (m)	T.C.G (m)	V.C.G (m)	LT (m³)
N0.1.H.F.O.SETT.T(KP)	45-47	31.3	30.7	30.000	-62.500	10.774	14.09
N0.1.H.F.O.SERV.T(KP)	42-5-45	39.1	38.3	37.600	-64.300	10.774	14.09
N0.1.H.F.O.T(KP)	49-53	402.9	394.8	386.900	-58.500	9.041	13.51
N0.1.H.F.O.T(S)	49-53	402.9	394.8	386.900	-58.500	-9.041	13.51
N0.2.L.H.F.O.SERV.T(P)	40-42.5	39.1	38.3	37.600	-66.300	10.774	14.09
N0.2.L.H.F.O.SETT.T(P)	38-40	31.3	30.7	30.000	-68.100	10.774	14.09
N0.2.H.F.O.T(S)	45-49	198.8	194.8	190.900	-61.700	-11.546	13.23
N0.2.L.H.F.O.T(KP)	38-49	385.5	377.8	370.300	-64.124	11.731	13.18
TOTAL		1530.9	1500.2	1470.200			

DIESEL OIL TANKS							
COMPARTMENT	LOCATION (FRAME)	CAPACITY(m³)	WEIGHT(ton)	L.C.G (m)	T.C.G (m)	V.C.G (m)	LT (m³)
D.O.T(S)	38-45	232.9	228.2	228.400	-65.974	11.567	14.801
M.O.O.SERV.T(S)	32-36	25.7	25.2	22.700	-72.100	-11.505	18.085
M.O.O.SETT.T(S)	38-39.5	28.2	27.6	23.100	-68.987	-11.505	17.932
TOTAL		284.7	279.0	251.100			

LUBRICATING OIL TANKS							
COMPARTMENT	LOCATION (FRAME)	CAPACITY(m³)	WEIGHT(ton)	L.C.G (m)	T.C.G (m)	V.C.G (m)	LT (m³)
G/E.L.O.SETT.T(KS)	25-27	17.7	17.3	15.6	-78.500	-11.505	17.785
G/E.L.O.STOR.T(KS)	23-25	17.7	17.3	15.6	-80.100	-11.505	17.785
N0.1.C.V.OIL.STOR.T(KS)	21-23	17.7	17.3	15.6	-81.700	-11.505	17.785
N0.2.C.V.OIL.STOR.T(KS)	19-21	17.7	17.3	15.6	-83.300	-11.505	17.785
M/E.L.O.SUMP.T(KS)	22-31	17.2	16.9	15.2	-78.251	0.000	1.359
M/E.L.O.SETT.T(KS)	29-31	17.7	17.3	15.6	-75.300	-11.505	17.785
M/E.L.O.STOR.T(KS)	27-29	17.7	17.3	15.6	-76.900	-11.505	17.785
TOTAL		123.2	120.7	108.6			

MISCELLANEOUS TANKS							
COMPARTMENT	LOCATION (FRAME)	CAPACITY(m³)	WEIGHT(ton)	L.C.G (m)	T.C.G (m)	V.C.G (m)	LT (m³)
B.H.T(KS)	22-33	44.8	44.8	-76.484	-3.198	1.320	31
C.V.T(KS)	44-53	28.0	28.0	-90.254	0.000	3.217	4
F.O.DRAWN.T(KP)	22-26	10.6	10.6	-79.960	2.699	1.349	2
F.O.DRAWN.T(S)	40-45	57.8	57.8	-65.300	-11.030	9.072	47
S.H.O.T(KS)	13-17	18.3	18.3	-96.863	0.153	1.247	15
SLOP.T(KS)	45-47	16.2	16.2	-62.500	-0.405	11.125	239
S/T.L.O.D.T(KS)	21-22	2.6	2.6	-82.100	0.000	1.958	1
TOTAL		177.3	177.3				

NO.	DWG NO.	TITLE
REFERENCE DESIGN DOCUMENTS		
BUILDER	COSCO (NANTONG) SHIPYARD CO. LTD	SHEET No. N266-010-006
OWNER	Lauritzen Tankers A/S	SHIP No. N266-010-006
PROJECT	59,000DWT DP SHUTTLE TANKERS	SCALE 1:320
CAPACITY PLAN (WITH DEADWEIGHT SCALE)		
COSCO SHIPYARD GROUP CO.,LTD COSCO-KOMAC DESIGN CENTER		
No.37 Donghai Road, 610000 Hangzhou, Zhejiang Province, 311121, China		
This drawing is the intellectual property of COSCO shipyard group Co.Ltd and may not be reproduced, sold or use in whole or in parts for any purpose without the written approval of COSCO shipyard group Co. Ltd.		



---

## CUADERNO 2 –CÁLCULO DE PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD DEL PESO EN ROSCA

---



## Petrolero de Productos 55000 TPM

LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

Proyecto nº 14-102

TUTOR: RAÚL VILLA CARO

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1. RPA .....	4
2. Introducción. ....	5
3. Cálculo del peso en rosca. ....	6
3.1. Peso estructural del acero.....	6
3.1.1. Método de Watson y Gilfillan. ....	6
3.1.2. Método de Harvald y Juncher. ....	7
3.1.3. Método para petroleros con doble fondo y doble casco.....	7
3.1.4. Método de Osorio. ....	7
3.1.5. Fórmula para petroleros de productos. ....	7
3.1.6 Resultados peso estructural del acero. ....	8
3.1.7. Centro de gravedad de la estructura del acero. ....	8
3.2. Peso de la maquinaria. ....	9
3.2.1. Motor principal. ....	9
3.2.2. Peso de la maquinaria auxiliar. ....	10
3.2.3. Peso de la hélice.....	11
3.2.4. Peso de la línea de ejes. ....	12
3.2.5. Resumen del peso de la maquinaria y su centro de gravedad. ....	13
3.3. Peso del equipo y la habilitación.....	14
3.3.1. Peso de la pintura.....	14
3.3.2. Peso de la protección catódica del casco.....	14
3.3.3. Peso de la protección catódica de los tanques de lastre. ....	14
3.3.4. Peso del equipo de amarre y fondeo. ....	15
3.3.5. Peso del equipo de navegación.....	16
3.3.6. Peso del equipo de gobierno. ....	16
3.3.7. Peso del equipo de salvamento. ....	17
3.3.8. Peso del equipo de contraincendios en cámara de máquinas.....	17
3.3.9. Peso de las grúas de cubierta.....	17
3.3.10. Peso del equipo de carga de la cámara de bombas.....	18
3.3.11. Peso de puertas de acero.....	18
3.3.12. Peso de portillos y ventanas. ....	18
3.3.13. Peso de escaleras exteriores. ....	19
3.3.14. Peso del barandillado.....	19
3.3.15. Peso de la habilitación. ....	19

3.3.16. Peso de la chimenea. ....	23
3.3.17. Peso del timón. ....	23
3.3.18. Peso del propulsor de proa. ....	23
3.3.19. Peso de la instalación eléctrica. ....	24
3.3.20. Peso de las tuberías y bombas del casco. ....	24
3.3.21. Tecles en cámara de máquinas. ....	24
3.3.22. Peso de tanques varios no estructurales en cámara de máquinas. ....	25
3.3.23. Peso de tuberías y bombas en cámara de máquinas. ....	25
3.3.24. Peso de la cadena y ancla. ....	25
3.3.25. Peso del sistema de aire acondicionado. ....	26
3.3.26. Resumen del peso del equipo y habilitación y su centro de gravedad. ....	27
4. Peso en rosca final y su centro de gravedad. ....	28
5. Comprobación del peso muerto. ....	29
6. Bibliografía. ....	30

## 1. RPA



### GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL

#### TRABAJO FIN DE GRADO

*CURSO 2.013-2014*

#### **PROYECTO NÚMERO 14-102**

**TIPO DE BUQUE:** PETROLERO DE PRODUCTOS

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DET NORSKE VERITAS. SOLAS. MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 55.000 T.P.M. Derivados del petróleo con densidad máxima 0,86 g/ml.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15 nudos en condiciones de servicio. 85 % MCR+ 15% de margen de mar. 9.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Bombas de carga y descarga en los tanques de carga. Calefacción en tanques de carga.

**PROPULSIÓN:** Motor diesel directamente acoplado

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 20 Personas en camarotes individuales.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, Setiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

## 2. INTRODUCCIÓN.

El objetivo de este cuaderno es la obtención del peso en rosca del buque y su centro de gravedad. Sirve como comprobación de si el peso en rosca estimado en el cuaderno 1 es válido o si difiere mucho.

Hay que destacar que las dimensiones utilizadas en los cálculos, son las estimadas en el cuaderno 1, y son las siguientes.

Lpp	193,60
Lwl	196,50
B	32,20
D	19,40
T	12,90
Cb	0,834
$\Delta$	68472,00
Peso Rosca	12519,00
Peso Muerto	55953,00
Sm	9697,70
Potencia	12718 kW=17048 HP
RPM	118,00

Tabla 2.1. Resumen dimensiones

En esta etapa de proyecto se conocen las características principales y la potencia propulsora, por lo que el peso en rosca se desglosa en tres partidas: peso estructural de acero (PE), peso de la maquinaria (PQ), peso del equipo y la habilitación (PE).

La partida de pesos de acero engloba todo el peso relacionado con la estructura del buque proyecto (fondos y dobles fondos, mamparos y refuerzos, transversales y longitudinales, tanques estructurales, cubiertas, etc.)

La correspondiente a la partida de peso de la maquinaria, engloba los siguientes aspectos: motor principal, línea de ejes, hélice, maquinaria auxiliar, etc.

Dentro de los peso de equipos y habilitación encontramos los equipos de amarre y fondeo, equipos de navegación, habilitación, etc.

A continuación, procedemos a realizar un cálculo más detallado por partidas, del peso en rosca y su centro de gravedad.

### 3. CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA.

El peso en rosca, como ya se ha mencionado anteriormente se desglosa en las siguientes partidas.

- ❖ Peso estructural de acero (PS).
- ❖ Peso de la maquinaria (PQ).
- ❖ Peso del equipo y la habilitación (PE).

Para realizar dicho cálculo del peso en rosca y su centro de gravedad de cada una de las partidas, se hará bien utilizando los datos del cuaderno anterior, o tomándolos del buque base “Dan Sabiá”.

Estos valores de pesos y centros de gravedad, se irán corrigiendo o modificando a medida que avance la construcción del propio buque y al mismo tiempo se vayan conociendo con mayor exactitud el valor de cada peso y su situación dentro del buque.

#### 3.1. Peso estructural del acero.

Se llevará a cabo un cálculo de pesos de la estructura referida a la etapa de proyecto. Para realizar dicho cálculo nos hemos basado en las fórmulas de “El proyecto básico del buque mercante”, referencia [1].

##### 3.1.1. Método de Watson y Gilfillan.

$$PS = K * E^{1.36} * (1 + 0.5 * (Cb_{80D} - 0.7)) = 12846,50 t$$

Siendo:

$K = 0,036$ , para petroleros de doble casco.

$$\begin{aligned} E &= Lpp * (B + D) + 0,85 * Lpp * (D - T) + 0,85 * \sum l_1 * h_1 + 0,75 * \sum l_2 * h_2 \\ &= 11491 \end{aligned}$$



$$\sum l_1 * h_1 + \sum l_2 * h_2 = 1.45 * Lpp - 11$$

$Cb_{80D}$  = coeficiente de bloque al 80% del puntal calculado según la expresión:

$$Cb_{80D} = Cb + (1 - Cb) * \frac{(0.8D - T)}{3T} = 0,845$$

### 3.1.2. Método de Harvald y Juncher.

$$PS = Cs * (Lpp * B * D + Sup) = 9041,50 \text{ t}$$

Siendo:

$$Cs = Cso + 0.064 * \exp(-0.5 * u - 0.10 * u^{2.45}) = 0,0707$$

$$Cso = 0.0664 \text{ (petroleros de productos)}$$

$$u = \log_{10} \frac{\Delta}{100} = 2,836$$

$$\Delta = 68472 \text{ t}$$

$$Sup = 0.8 * B * (1.45 * Lpp - 11) = 6948 \text{ m}^3$$

### 3.1.3. Método para petroleros con doble fondo y doble casco.

$$PS = 0.0658 * Lpp^{1.7} * B^{0.102} * D^{0.886}$$

$$PS = 10017,50 \text{ t}$$

### 3.1.4. Método de Osorio.

$$PS = \left(\frac{Lpp}{10}\right)^{1.3760} * \left(\frac{B * D}{100}\right)^{0.7449} * (0.0542 - 0.0017 * Cb) * 1000$$

$$PS = 12188,60 \text{ t}$$

### 3.1.5. Fórmula para petroleros de productos.

$$PS = 0.052 * Lpp^{1.65} * B^{0.875} + 0.305 * BHP^{0.893} + 21.91 * DWT^{0.381}$$

$$PS = 9589 \text{ t}$$

Siendo:

- $BHP = 16173,5 \text{ HP}$ . Potencia de freno, obtenida en el cuaderno 1.

### 3.1.6 Resultados peso estructural del acero.

A continuación, se hace una comparación de los resultados obtenidos de los distintos métodos.

METODO	Peso (t)
Watson y Gilfillan	12846,50
Harvald y Juncher	9041,50
Petroleros con DF y doble casco	10017,50
Osorio	12188,60
Petrolero de productos	9589,00

Tabla 3.2.5.1. Resumen Peso del acero

Para calcular el peso del acero, se hará la media de estos cinco valores, teniendo así un peso de:

$$P_{acero} = \frac{(12846,5 + 9041,5 + 10017,5 + 12188,6 + 9589)}{5} = 10736,60 \text{ t}$$

$$P_{acero} = 10736,60 \text{ t}$$

### 3.1.7. Centro de gravedad de la estructura del acero.

A falta de formulación específica para petroleros, se usarán las fórmulas de J. L. García Garcés para graneleros, basándose en que la estructura es parecida a la de este buque, referencia [3]:

- Posición vertical:

$$KG = 0.41635 * D + 1.7306 = 9,80 \text{ m}$$

- Posición longitudinal:

$$XG = 0.48245 * L_{pp} + 0.117 = 93,50 \text{ m}$$

- Posición transversal:

$$YG = 0,00 \text{ m}$$

### 3.2. Peso de la maquinaria.

En general el peso total de la maquinaria incluye las siguientes partidas.

- Peso del motor principal.
- Peso de la maquinaria auxiliar.
- Peso del propulsor (hélice).
- Peso del eje de cola, intermedio, etc.

#### 3.2.1. Motor principal.

En los RPA se indica que la hélice y el motor están directamente acoplados, es decir, girarán a las mismas revoluciones, por tanto se trata de un motor diésel lento. Dada la fase de proyecto en la que nos encontramos, que aún no se conoce cual será el motor a instalar, procedemos al cálculo del peso del motor mediante formulación, referencia [2].

$$P_{motor} = 5 + 4 * \left(\frac{MCO}{N}\right)^{0,925}$$

Siendo:

$$MCO = BHP = potencia\ motor\ principal = 17048\ HP$$

$$N = 118\ rpm$$

$$P_{motor} = 403\ t$$

El centro de gravedad del motor principal irá situado en la cámara de máquinas.

$$XG = 37,90\ m$$

$$KG = 14,70\ m$$

### 3.2.2. Peso de la maquinaria auxiliar.

La maquinaria auxiliar está compuesta de los siguientes elementos:

- Grupos generadores diésel y grupo de emergencia.

$$P_{GE} = \frac{7,45 * (KVA - 30) + 765}{1000} = 9,40 t$$

*KVA = 1187,5. Ya que en esta fase del proyecto no disponemos de datos de la maquinaria auxiliar, tomaremos como dato la potencia de los auxiliares de los buques de la base de datos. En este caso, son 3 motores auxiliares de 950 kW y 900 rpm.*

$$P_{GE} = 3 * 9,4 = 28,20 t$$

- Alternador de cola.

Al igual que en el caso anterior tomaremos los datos de buques similares.

$$P_{AC} = \frac{4,48(KVA) + 0,000455 * KVA^2}{1000} = 4,30 t$$

*KVA = 875 . O también 700 kW.*

- Peso de los polines.
  - Polines motor principal.

$$P_{MPP} = (a + b) * \frac{MCR(HP)}{1000} = 23,20 t$$

Siendo:

$$a = 0,00381 * \left(\frac{MCR(kW)}{1000}\right)^{0,5} - 0,164 * \frac{MCR(kW)}{1000} + 3,26 = 1,20$$

$$b = \frac{150 - rpm}{200} = 0,16$$

*MCR = potencia motor principal = 17048 HP = 12718 kW. Cuaderno 1.*

*rpm = 118*

- Polines motores auxiliares.

$$P_{MMAA} = (a + b) * \frac{MCR(HP)}{1000} = 3 t$$

Siendo:

$a = 1,20$ . Igual que para motor principal.

$b = 0,5$

$MCR = 950 kW = 1273,5 HP$

$$P_{MMAA} = 3 * 3 = 9 t$$

Toda la maquinaria auxiliar la situaremos también en la cámara de máquinas.

$XG = 37,90 m$

$KG = 14,70 m$

MAQUINARIA AUXILIAR			
Concepto	PESO (t)	XG (m)	KG (m)
Grupos Generadores diésel	28,20	37,90	14,70
Generador de cola	4,30		
Polines MMPP	23,20		
Polines MMAA	9,00		
<b>TOTAL</b>	<b>64,70</b>	<b>37,90</b>	<b>14,70</b>

Tabla 3.2.2.1. Resumen Peso de la Maquinaria Auxiliar

### 3.2.3. Peso de la hélice.

Estimaremos el peso con la siguiente fórmula:

$$P_{Hélice} = 0,080 * D^3$$

$D$ : Diámetro de la hélice. Lo estimaremos mediante una formula, ref [1]

$$D = 15,75 * \frac{BHP(HP)^{0,2}}{RPM^{0,6}} = 15,75 * \left( \frac{17048^{0,2}}{118^{0,6}} \right) = 6,3 m$$

$$P_{Hélice} = 0,080 * 6,3^3$$

$$P_{Hélice} = 20 t$$

El centro de gravedad irá situado en:

$$XG = 3,6 \text{ m}$$

$$KG = 3,5 \text{ m}$$

### 3.2.4. Peso de la línea de ejes.

Para el cálculo de este peso, utilizaremos una fórmula obtenida de referencia [1].

$$P_{\text{línea de ejes}} = Kne * l_{\text{línea de ejes}} * (5 + 0,0164 * Lpp)$$

Siendo:

$Kne = 1$ , para buques con 1 línea de ejes.

$l_{\text{línea de ejes}} = 4,5 \text{ m}$ , Longitud de la línea de ejes, tomada del buque base.

$$P_{\text{línea de ejes}} = 1 * 4,5 * (5 + 0,00164 * 193,6)$$

$$P_{\text{línea de ejes}} = 23,9 \text{ t}$$

El centro de gravedad se situará:

$$XG = 10 \text{ m}$$

$$KG = 3,5 \text{ m}$$



### 3.2.5. Resumen del peso de la maquinaria y su centro de gravedad.

A falta de ciertos conocimientos sobre la posición de cada uno de los pesos en el buque, se ha llevado a cabo una medición sobre el plano para tener aproximadamente un valor de su posición y de esta manera a través de una tabla de momentos obtener el valor del conjunto del peso de la maquinaria. A continuación se presenta la tabla.

PESO DE LA MAQUINARIA					
Concepto	PESO (t)	XG (m)	M. Long (t.m)	KG (m)	M. Tranvs (t.m)
Motor Ppal	403,00	37,90	15273,70	14,70	5924,10
Maq. Auxiliar	64,70	37,90	2452,13	14,70	951,09
Hélice	20,00	3,60	72,00	3,50	70,00
Línea de ejes	23,90	10,00	239,00	3,50	83,65
$\Sigma$ P. Maquinaria	511,60	35,26	18036,83	13,74	7028,84

Tabla 3.2.5.1. Resumen Peso de la Maquinaria

Por tanto, el centro de gravedad del conjunto se calcula de la siguiente manera:

- Posición longitudinal:

$$XG = \frac{\Sigma \text{Momento Longitudinal}}{\Sigma \text{Pesos}} = 35,30 \text{ m}$$

- Posición vertical:

$$KG = \frac{\Sigma \text{Momento Transversal}}{\Sigma \text{Pesos}} = 13,74 \text{ m}$$

- Posición transversal:

$$YG = 0,00 \text{ m}$$

$$P_{\text{Maquinaria}} = 511,60 \text{ t}$$

### 3.3. Peso del equipo y la habilitación.

La partida de equipo y habilitación se puede dividir en varios pesos, además, para calcular, el centro de gravedad, exceptuando varios pesos, se estimará mediante el croquis del buque base.

#### 3.3.1. Peso de la pintura.

El peso de la pintura viene dado por las siguientes fórmulas:

- Buques menores de 2000 t de peso de acero:  $P_{pintura} = 0.008 * PS$
- Buques mayores de 12000 t de peso de acero:  $P_{pintura} = 0.006 * PS$

Como el peso del acero es 11684,2 t, se hace una interpolación y se obtiene:

$$P_{pintura} = 0.00592 * PS = 69 t$$

La posición del centro de gravedad, será el mismo que el de la estructura:

$$XG = 93,50m$$

$$KG = 9,80 m$$

#### 3.3.2. Peso de la protección catódica del casco.

La protección catódica del casco (incluyendo timón y hélice) por medio de ánodos de zinc, con una duración de 2 años.

$$P_{prot.catódica\ casco} = 0.0008 * S_m = 7,80 t$$

$$S_m = superficie\ mojada = 9697,70 m^2$$

El centro de gravedad también será el de la estructura:

$$XG = 93,50m$$

$$KG = 9,80 m$$

#### 3.3.3. Peso de la protección catódica de los tanques de lastre.

$$P_{tanques} = 0.0012 * V_{tanques} = 30,60 t$$

$$V_{tanques} = se\ estimará\ en\ 25500 m^3. Estimado del buque base.$$

El centro de gravedad será el de los tanques de lastre, se tomará el de la estructura.

$$XG = 93,50m$$

$$KG = 9,80 m$$

#### **3.3.4. Peso del equipo de amarre y fondeo.**

Como aun no conocemos el numeral de equipo lo podemos aproximar entrando en la curva central de la figura 9.5.9., del libro “Proyectos de buques y artefactos”, referencia [2].

Como nuestro buque es un petrolero y conocemos el peso muerto, entrando en dicha gráfica, se obtiene un numeral de equipo de 3000 aproximadamente.

Una vez con esto entramos en las gráficas de la figura 9.5.6. de la misma obra mencionada en el párrafo anterior y obtenemos el siguiente peso:

$$P_{amarre\ y\ fondeo} = 225\ t$$

Para el centro de gravedad, se divide este peso en dos partidas, popa y proa:

Siendo a proa el 80% del peso y a popa el resto.

El centro de gravedad en la zona de proa vendrá marcado por la posición de anclas y cadenas, ya que suponen alrededor del 85% del peso aplicado en proa.

$$P_{80\%} = 180\ t$$

$$XG = 188,20\ m$$

$$KG = 21,90\ m$$

Para la zona de popa, podemos considerar, que la mayoría de peso se encuentra a la altura del local del servo.

$$P_{20\%} = 45\ t$$

$$XG = -0,20 \text{ m}$$

$$KG = 15,70 \text{ m}$$

### 3.3.5. Peso del equipo de navegación.

El peso de los equipos que integran este concepto es muy variable, dependiendo de la cantidad y calidad de las ayudas a la navegación. Es recomendable tomar un valor entre 2 y 20 t, por lo que para el buque proyecto se tomará un valor de 10 t, con el centro de gravedad sobre el puente de gobierno.

$$XG = 30,70 \text{ m}$$

$$KG = 35,00 \text{ m}$$

### 3.3.6. Peso del equipo de gobierno.

El peso del equipo de gobierno incluye timón, mecha, servomotor hidráulico, electrobombas hidráulicas y polines, y se calcula por:

$$P_{\text{Gobierno}} = 0.0224 * A_{\text{timón}} * v_{\text{pruebas}}^{\frac{2}{3}} + 2 = 8,90 \text{ t}$$

Siendo:

$A_{\text{timón}}$  = Área del timón, que estimamos con la siguiente formula, ref [1]

$$A_{\text{timón}} = 0,01 * L_{pp} * T * \left( 1 + (50 * Cb^2) * \left( \frac{B^2}{L_{pp}} \right) \right) = 49 \text{ m}^2$$

$$v_{\text{pruebas}} = 1.06 * v_{\text{servicio}} = 1.06 * 15 = 15.9 \text{ nudos}$$

El centro de gravedad, a partir del croquis, podemos situarlo en el local del servo:

$$XG = 0 \text{ m}$$

$$KG = 19 \text{ m}$$

### 3.3.7. Peso del equipo de salvamento.

Se obtiene a través del número de personas a bordo. Pero en caso de ser inferior a 35 se tomará como 35. Como en este buque hay 20 tripulantes, tomaremos  $n=35$  personas.

$$P_{\text{Salvamento}} = 9.5 + (n - 35) * 0.1 = 9,50 \text{ t}$$

El centro de gravedad, debe considerarse a lo largo de todo el buque, por lo que:

$$XG = 23,00 \text{ m}$$

$$KG = 2,40 \text{ m}$$

### 3.3.8. Peso del equipo de contraincendios en cámara de máquinas.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P_{\text{Contraincendios}} = 0,0025 * V_{\text{cámara de máquinas}} = 13 \text{ t}$$

Siendo:

$$V_{\text{cámara de máquinas}} = 5230,9 \text{ m}^3. \text{ Estimado en el cuaderno 1.}$$

El centro de gravedad se dispondrá en la cámara de máquinas.

$$XG = 37,90 \text{ m}$$

$$KG = 14,70 \text{ m}$$

### 3.3.9. Peso de las grúas de cubierta.

Para calcular el peso de estos equipos entramos en unas gráficas con los siguientes datos:

$$Q = \text{capacidad de elevación} = 15 \text{ t}$$

$$E = \text{alcance de la grúa} = 22 \text{ m}$$

Tipo = hidráulica.

$$P_{\text{grúas de cubierta}} = 30,50 \text{ t}$$

El centro de gravedad se sitúa en:

$$XG = 102,80 \text{ m}$$

$$KG = 3,60 \text{ m}$$

### **3.3.10. Peso del equipo de carga de la cámara de bombas.**

$$P_{bombas} = 0,7 * DWT^{0.5} = 164,10 \text{ t}$$

El centro de gravedad lo situaremos en la cámara de bombas:

$$XG = 36,60 \text{ m}$$

$$KG = 19,40 \text{ m}$$

### **3.3.11. Peso de puertas de acero.**

Se puede estimar por la siguiente fórmula:

$$P_{puertas} = 0.56 * (NH + 1) + 0.28 * NC = 3,90 \text{ t}$$

$$NH = \text{número de cubiertas de alojamientos} = 5$$

$$NC = \text{número de casetas de chigres} = 2$$

El centro de gravedad lo situaremos en:

$$XG = 30,70 \text{ m}$$

$$KG = 19,40 \text{ m}$$

### **3.3.12. Peso de portillos y ventanas.**

Se obtiene en función del número de tripulantes como:

$$P_{portillos \text{ y } ventanas} = 0,12 * n^{\circ} \text{ tripulantes} = 0,12 * 20 = 2,40 \text{ t}$$

El centro de gravedad es:

$$XG = 28,70 \text{ m}$$

$$KG = 35,00 \text{ m}$$

### 3.3.13. Peso de escaleras exteriores.

El peso viene dado por la fórmula:

$$P_{escaleras} = 0,8 * NH + 0,6 = 4,60 t$$

$NH = 5 =$  número de cubiertas de las superestructuras

El centro de gravedad es:

$$XG = 28,70 m$$

$$KG = 35,00 m$$

### 3.3.14. Peso del barandillado.

$$P_{Barandillado} = 0.245 * (NH + 2) = 1,70 t$$

El centro de gravedad lo situaremos en:

$$XG = 28,70 m$$

$$KG = 35,00 m$$

### 3.3.15. Peso de la habitación.

Se estima multiplicando la superficie de cada una de las áreas de la habitación por un coeficiente que indica el peso por unidad de superficie. El tamaño de cada una de las áreas se extrae del plano de habitación del Cuaderno 7.

El valor de los coeficientes de peso por unidad de superficie son los indicados en libro de Fernando Junco Ocampo, referencia [2], y son los siguientes:

Local	Coeficiente (t/m <sup>2</sup> )
Camarotes Oficiales	0,135
Camarotes tripulación	0,160
Comedores y salones	0,120
Gimnasio	0,200
Pasillos	0,080
Aseos individuales	0,250
Aseos públicos	0,200



Cocina	0,200
Oficios	0,215
Gambuza seca y paños	0,060
Lavaderos y secaderos	0,150
Gambuza frigorífica	0,190
Salas de control	0,200
Puente	0,140
Oficinas/Despachos	0,140
Enfermería	0,150
Alerones puente	0,090

Tabla 3.3.15.1.- Coeficientes de peso por unidad de superficie

Analizando cada cubierta por separado tenemos:

Cubierta Principal	A (m <sup>2</sup> )	Peso (t)
Servicios BR	4,200	0,840
Servicios ER	4,200	0,840
Pañol de Estachas	19,920	0,060
Taller	31,850	1,911
Oficina oficiales y jefe maquinas	31,850	4,459
Local maquinaria hidráulica	29,050	5,810
Planta séptica	32,760	7,043
Estación de espuma	21,840	4,696
Local de tratamiento basuras	21,000	4,515
Pañol de máquinas	21,000	1,260
Servicio/Vestuarios	30,240	6,048
Local ropa protectora	25,200	5,418
Local bombero	21,560	4,312
Local gas inerte	13,230	2,646
Cabina de control de máquinas	36,260	7,252
Enfermería	34,300	5,145
Pasillos	149,000	11,920
Montacargas	11,000	2,365
	538,460	76,540

Cubierta Nivel 1	A (m <sup>2</sup> )	Peso (t)
Local de Ventilación	9,360	2,012
Incinerador	9,360	2,012
Pañol ER	11,970	0,718
Pañol BR	11,970	0,718
Cámara Frigorífica	6,600	1,254
Gambuza	5,700	0,342
Cocina	21,000	4,515
Local aire acondicionado	19,320	4,154
Oficina de puente	28,560	6,140
Comedor oficiales	26,320	3,158
Comedor Marinería	26,320	3,158
Salón Marinería	28,560	3,427
Oficina de Máquinas	19,320	4,154
Servicio ER	15,680	3,136
Servicio BR	15,680	3,136
Grupo de emergencia	12,250	2,634
Sala de ocio	26,460	3,175
Salón de reuniones	38,710	4,645
Pasillos	99,000	7,920
Montacargas	11,000	2,365
	443,140	62,775

Cubierta Nivel 2	A (m <sup>2</sup> )	Peso (t)
Camarote 1	23,100	3,696
Camarote 2	23,100	3,696
Camarote 3	23,100	3,696
Camarote 4	23,100	3,696
Camarote 5	23,100	3,696
Camarote 6	23,100	3,696
Camarote 7	23,100	3,696
Camarote 8	23,100	3,696
Camarote 9	23,100	3,696
Camarote 10	23,100	3,696
Gimnasio	13,200	2,640
Lavandería	14,850	2,228
Sala de informática	13,200	1,584
Pasillos	90,000	7,200
Montacargas	11,000	2,365
	373,250	52,977

Cubierta Nivel 3	A (m <sup>2</sup> )	Peso (t)
Camarote 1	23,100	3,696
Camarote 2	23,100	3,696
Camarote 3	23,100	3,696
Camarote 4	23,100	3,696
Camarote 5	23,100	3,696
Camarote 6	23,100	3,696
Camarote 7	23,100	3,696
Camarote 8	23,100	3,696
Biblioteca	11,200	1,344
Sala de Ocio	20,580	2,470
Servicio	13,440	2,688
Sala de reuniones	19,110	2,293
Pasillos	104,000	8,320
Montacargas	11,000	2,365
	364,130	49,048

Cubierta Nivel 4	A (m <sup>2</sup> )	Peso (t)
Camarote J Maquinas	39,200	5,292
Despacho J Maquinas	34,300	4,631
Camarote Capitán	39,200	5,292
Camarote Capitán	34,300	4,631
Sala de Reuniones	18,620	2,234
Servicios	7,840	1,568
Sala de proyecciones	26,460	3,175
Práctico	55,370	7,475
Pasillos	90,000	7,200
Montacargas	11,000	2,365
	356,290	43,863

Puente de gobierno	A (m <sup>2</sup> )	Peso (t)
Puente de gobierno	90,000	12,600
Aseo	8,600	2,150
Local de Baterías	12,960	1,814
Sala derrota	3,360	0,470
Alerón BR	13,260	1,193
Alerón ER	13,260	1,193
	141,440	19,421

$$Superficie = 2217 m^2$$

$$PA = 304,6 t$$

El centro de gravedad lo situaremos en el centro de la habitación:

$$XG = 28,70 \text{ m}$$

$$KG = 35,00 \text{ m}$$

### 3.3.16. Peso de la chimenea.

Se puede estimar mediante la siguiente fórmula:

$$P_{chimenea} = 0,0034 * Lpp * B = 18,80 \text{ t}$$

Su centro de gravedad es:

$$XG = 18,70 \text{ m}$$

$$KG = 30,20 \text{ m}$$

### 3.3.17. Peso del timón.

$$P_{timón} = 2,43 * AR = 119 \text{ t}$$

$AR = 49 \text{ m}^2$ : Área del timón (calculada en este cuaderno anteriormente).

El centro de gravedad está situado en:

$$XG = -0,50 \text{ m}$$

$$KG = 3,90 \text{ m}$$

### 3.3.18. Peso del propulsor de proa.

Podemos estimar el peso en 8 toneladas, fijándonos en las que llevan buques similares. Teniendo su centro de gravedad en la proa:

$$XG = 190,70 \text{ m}$$

$$KG = 2,70 \text{ m}$$

### 3.3.19. Peso de la instalación eléctrica.

$$P_{\text{instalación eléctrica}} = lc + \frac{Pm}{100} = 203,20 \text{ t}$$

$$lc: \text{longitud de cables (km)} = 1,82 + 0,268 * Lpp + 0,000597 * Lpp^2 = 76 \text{ km}$$

$$Pm: \text{potencia del motor propulsor (kW)} = 12718 \text{ kW}$$

La posición del centro de gravedad, será el mismo que el de la estructura:

$$XG = 93,50 \text{ m}$$

$$KG = 9,80 \text{ m}$$

### 3.3.20. Peso de las tuberías y bombas del casco.

$$P_{\text{tuberías y bombas del casco}} = 0,0047 * L * \sqrt{L * B}$$

$$P_{\text{tuberías y bombas del casco}} = 0,0047 * 193,6 * \sqrt{193,6 * 32,2}$$

$$P_{\text{tuberías y bombas del casco}} = 71,8 \text{ t}$$

Se sitúan a lo largo de todo el buque, su centro de gravedad es:

$$XG = 93,50 \text{ m}$$

$$KG = 9,80 \text{ m}$$

### 3.3.21. Tecles en cámara de máquinas.

$$P_{TM} = 0,047 * lm * B * 0,60$$

Siendo:

$$lm: \text{longitud de la cámara de máquinas} = 28,8 \text{ m}$$

$$P_{TM} = 26,20 \text{ t}$$

El centro de gravedad irá situado en la cámara de máquinas:

$$XG = 37,90 \text{ m}$$

$$KG = 14,70 \text{ m}$$

### 3.3.22. Peso de tanques varios no estructurales en cámara de máquinas.

Para obtener este peso se usará la siguiente fórmula:

$$P_{\text{Tanques varios}} = a + b * MCR$$

$MCR = 12718 \text{ kW}$ . Potencia del motor principal.

$$a = 1,2$$

$$b = 0,0009$$

$$P_{\text{Tanques varios}} = 12,60 \text{ t}$$

El centro de gravedad irá situado en la cámara de máquinas:

$$XG = 37,90 \text{ m}$$

$$KG = 14,70 \text{ m}$$

### 3.3.23. Peso de tuberías y bombas en cámara de máquinas.

$$P_{TBM} = 0,00981 * Pm$$

Donde:

$Pm = 12718 \text{ kW}$ . Potencia del motor principal.

$$P_{TBM} = 124,80 \text{ t}$$

El centro de gravedad irá situado en la cámara de máquinas:

$$XG = 37,90 \text{ m}$$

$$KG = 14,70 \text{ m}$$

### 3.3.24. Peso de la cadena y ancla.

Mirando en diferentes catálogos, se ha estimado este peso en 8 toneladas.

$$P_{\text{cadenas y ancla}} = 8 \text{ t}$$

El centro de gravedad lo situaremos en la zona de proa:

$$XG = 188,20 \text{ m}$$

$$KG = 21,90 \text{ m}$$

### 3.3.25. Peso del sistema de aire acondicionado.

Podemos estimar este peso, de la siguiente manera:

$$P_{\text{Aire Acondicionado}} = 0,02 * S_{\text{habilitación}}$$

$S_{\text{habilitación}} = 2217 \text{ m}^2$ . Superficie de la habitación, estimada anteriormente.

$$P_{\text{Aire Acondicionado}} = 44 \text{ t}$$

El centro de gravedad lo situaremos en el centro de la habitación:

$$XG = 28,70 \text{ m}$$

$$KG = 35,00 \text{ m}$$



### 3.3.26. Resumen del peso del equipo y habilitación y su centro de gravedad.

PESO DE EQUIPO Y HABILITACIÓN					
Concepto	PESO (t)	XG (m)	M. Long (t.m)	KG (m)	M. Tranvs (t.m)
Pintura	69,00	93,50	6451,50	9,80	676,20
Protec. Catódica Casco	7,80	93,50	729,30	9,80	76,44
Protec. Catódica T. Lastre	30,60	93,50	2861,10	9,80	299,88
80% Amarre y fondeo	180,00	188,20	33876,00	21,90	3942,00
20% Amarre y fondeo	45,00	-0,20	-9,00	15,70	706,50
Equipo de navegación	10,00	30,70	307,00	35,00	350,00
Equipo de gobierno	8,90	0,00	0,00	19,00	169,10
Equipo de salvamento	9,50	23,00	218,50	2,40	22,80
Equipo contraincendios	13,00	37,90	492,70	14,70	191,10
Grúa de cubierta	30,50	102,80	3135,40	3,60	109,80
Equipo de carga en c. bombas	164,10	36,60	6006,06	19,40	3183,54
Puertas de acero	3,90	30,70	119,73	19,40	75,66
Portillos y ventanas	2,40	28,70	68,88	35,00	84,00
Escaleras exteriores	4,60	28,70	132,02	35,00	161,00
Habilitación	304,00	28,70	8724,80	35,00	10640,00
Chimenea	18,80	18,70	351,56	30,20	567,76
Timón	119,00	-0,50	-59,50	3,90	464,10
Propulsor de proa	8,00	190,70	1525,60	2,70	21,60
Instalación eléctrica	203,20	93,50	18999,20	9,80	1991,36
Tuberías y bombas del casco	71,80	93,50	6713,30	9,80	703,64
Tecles en cámara de máquinas	26,20	37,90	992,98	14,70	385,14
Tanques varios no estructurales	12,60	37,90	477,54	14,70	185,22
Tuberías y bombas de c. máq.	124,80	37,90	4729,92	14,70	1834,56
Cadenas y ancla	8,00	188,20	1505,60	21,90	175,20
Aire acondicionado	44,00	28,70	1090,60	35,00	1330,00
Σ P. Equipo y Habilitación	1513,70	65,70	99440,79	18,70	28346,60

Tabla 3.2.26.1. Resumen Peso de Equipo y habilitación.

Para calcular el centro de gravedad de esta partida, se hará de igual manera que en el caso del peso de la maquinaria. Así pues, el centro de gravedad del equipo y habilitación es el siguiente:

- Posición longitudinal:

$$XG = \frac{\sum \text{Momento Longitudinal}}{\sum \text{Pesos}} = 65,70 \text{ m}$$

- Posición vertical:

$$KG = \frac{\sum \text{Momento Transversal}}{\sum \text{Pesos}} = 18,70 \text{ m}$$

- Posición transversal:

$$YG = 0,00 \text{ m}$$

$$P_{\text{Equipo y Habilitación}} = 1513,70 \text{ t}$$

#### 4. PESO EN ROSCA FINAL Y SU CENTRO DE GRAVEDAD.

Resumiendo, tenemos que el peso en rosca es el sumatorio del peso del acero, peso de la maquinaria y peso del equipo y habilitación. En esta fase de proyecto debemos aplicar un margen de un 5% a estos valores obtenidos, al igual que al centro de gravedad. En el siguiente cuadro resumen podemos ver el peso de estas tres partidas bien diferenciadas y sus centros de gravedad, para obtener así el centro de gravedad del peso en rosca final.

PESO EN ROSCA Y SU CENTRO DE GRAVEDAD					
CONCEPTO	PESO (t)	XG (m)	M. Long (t.m)	KG (m)	M. Tranvs (t.m)
ACERO	10736,60	93,50	1003873,97	9,8	105218,88
MAQUINARIA	511,60	35,30	18059,48	13,7	7008,92
EQUIPO Y HABILITACION	1513,70	65,70	99450,09	18,7	28306,19
Σ Peso en Rosca	12761,92	87,87	1121383,54	11,01	140533,99
5% Margen	638,10	4,39	56069,18	0,55	7026,70
Σ +5%	13400,00	92,26	1177452,72	11,56	147560,69

Tabla 4.1. Resumen Peso en Rosca.

- Posición longitudinal:

$$XG = \frac{\sum \text{Momento Longitudinal}}{\sum \text{Pesos}} * 1,05 = 92,30 \text{ m}$$

- Posición vertical:

$$KG = \frac{\sum \text{Momento Transversal}}{\sum \text{Pesos}} * 1,05 = 11,60 \text{ m}$$

- Posición transversal:

$$YG = 0,00 \text{ m}$$

Así en peso en rosca y su centro de gravedad, queda de la siguiente manera:

Peso en Rosca (t)	13400,00
XG (m)	92,30
KG (m)	11,60
YG (m)	0,00

Tabla 4.2. Tabla resumen final Peso en Rosca y cdg

## 5. COMPROBACIÓN DEL PESO MUERTO.

Para finalizar, se hará una comprobación del peso muerto, ya que es una de las especificaciones que ha de cumplir el buque en proyecto. Tenemos un peso muerto de 55000 TPM.

Si calculamos el desplazamiento con la siguiente fórmula:

$$\Delta = Lpp * B * T * Cb * \rho$$

$$\Delta = 193,6 * 32,2 * 12,9 * 0,834 * 1,025 = 68745 \text{ t}$$

Como sabemos que el desplazamiento es la suma del peso en rosca y el peso muerto, comprobamos que cumpla la especificación del peso muerto:

$$\Delta = PR + DWT$$

$$68745 = 13400 + DWT$$

$$DWT = 55345 \text{ t}$$

Este valor no debe de variarnos del peso muerto de los RPA más de un 4%. Como nuestro peso muerto es de 55000 toneladas, la variación es de un +1,006%. En conclusión, podemos decir que la estimación del rosca es válida.

## 6. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Ricardo Alvariño Castro, Juan José Azpíroz y Manuel Meizoso; “*El proyecto básico del buque mercante*”, Ed. Fondo Editorial de Ingeniería Naval; Pub 1997.
- [2] Fernando Junco Ocampo; “*Proyectos de Buques y Artefactos. Cálculo del desplazamiento*”, Ed. Universidade da Coruña Escola Politécnica Superior, 2003.
- [3] Manuel Meizoso Fernández, José Luis García Garcés; “*Ecuación del desplazamiento. Peso en rosca y peso muerto*”, Ed. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales, 1990.

### Páginas webs:

- [www.wartsila.com](http://www.wartsila.com)
- [www.mandieselturbo.com](http://www.mandieselturbo.com)
- [www.chainmen.com](http://www.chainmen.com)

---

## CUADERNO 3 –COEFICIENTES DE FORMA Y PLANO DE FORMAS

---



# Petrolero de Productos 55000 TPM

LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

Proyecto nº 14-102

TUTOR: RAÚL VILLA CARO

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	2
1. RPA .....	3
2. Introducción. ....	4
3. Coeficientes de bloque, maestra y de flotación. ....	6
4. Contorno de proa. ....	7
4.1. Determinación de la necesidad o no de un bulbo de proa. ....	7
4.2. Parámetros que definen el bulbo. ....	8
5. Contorno de popa. ....	11
5.1. Estudio de las claras de codaste. ....	11
6. Plano de formas. ....	13
6.1. Serie sistemática “BSRA” .....	13
6.2. Generación de formas.....	16
6.3. Cartilla de trazado. ....	17
7. Hidrostáticas del buque. ....	18
8. Curva de áreas seccionales. ....	19
9. Comparación de dimensiones y coeficientes.....	20
10. Bibliografía. ....	20

## 1. RPA



### GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL

#### TRABAJO FIN DE GRADO

*CURSO 2.013-2014*

#### **PROYECTO NÚMERO 14-102**

**TIPO DE BUQUE:** PETROLERO DE PRODUCTOS

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DET NORSKE VERITAS. SOLAS. MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 55.000 T.P.M. Derivados del petróleo con densidad máxima 0,86 g/ml.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15 nudos en condiciones de servicio. 85 % MCR+ 15% de margen de mar. 9.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Bombas de carga y descarga en los tanques de carga. Calefacción en tanques de carga.

**PROPULSIÓN:** Motor diesel directamente acoplado

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 20 Personas en camarotes individuales.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, Setiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA



## 2. INTRODUCCIÓN.

El objetivo de este cuaderno es la obtención del plano de formas y de los coeficientes de forma.

En el estudio hidrodinámico de un nuevo proyecto reviste la máxima importancia la elección de las formas del buque, tanto en lo que se refiere a la obra viva como a la obra muerta, ya que ello influye decisivamente en los siguientes conceptos:

- Disminuir la resistencia al avance.
- Aumentar la velocidad operativa en la mar.
- Dotar al buque de la necesaria estabilidad, tanto estática como dinámica, imprescindible para su seguridad.
- Evitar los fenómenos de turbulencia y separación, que dan lugar a un aumento de resistencia y pueden propiciar fenómenos de cavitación de la hélice.
- Mejorar las condiciones del flujo en torno a la carena, especialmente en lo que se refiere al flujo de entrada a la hélice, evitándose en gran medida los fenómenos de cavitación y las posibles fluctuaciones de presión transmitidas al casco y las vibraciones a que ello puede dar lugar.

Dicha definición de formas del buque, se puede abordar mediante distintos procedimientos:

### 1. Cuando no disponemos de un buque base:

- Generación de las formas a partir de series sistemáticas, y que se ajusten a las dimensiones y coeficientes obtenidos previo cálculo.
- Generación de las formas propias partiendo de cero, que se ajusten a las dimensiones y coeficientes calculados con anterioridad, y que tendrán que ser estudiadas y probadas en un canal de experiencias hidrodinámicas. Uno de las mayores inconvenientes de este proceso

es el económico ya que desarrollar unas formas innovadoras suponen un desembolso monetario considerable.

## 2. Existencia de un buque base:

- A partir de la modificación de las formas de un buque existente de características similares a las del buque a proyectar. Esta forma resulta la más económica y es la que utilizaremos en nuestro proyecto.

En nuestro caso, nos basaremos en la utilización de las series sistemáticas, en concreto la serie sistemática BSRA.

A continuación, se detallan las características del buque que serán utilizadas, obtenidas de los cuadernos 1 y 2.

DWT (t)	55000
$\Delta$ (t)	68745
Lpp (m)	193,60
B (m)	32,20
D (m)	19,40
T (m)	12,90
Cb	0,834
Vel (knots)	15
BHP (kW)	12718
RPM	118
PR (t)	13400
KG (m)	11,60
XG (m)	92,30
CM	0,997
CP	0,833
Cwl	0,890
Fn	0,177
XB (% a proa sec. Media)	2,075

Tabla 2.1.- Resumen dimensiones principales

### 3. COEFICIENTES DE BLOQUE, MAESTRA Y DE FLOTACIÓN.

En el cuaderno 1, se han calculado estos tres coeficientes detalladamente, a continuación se expone las fórmulas utilizadas y el resultado.

Coeficiente de bloque. Media de los valores obtenidos mediante las siguientes fórmulas:

$$Cb_{Alexander} = \frac{K - 0,5V}{\sqrt{3,28 * Lpp}} = 0,852$$

$$Cb_{Townsin} = 0,7 + 0,125 ATAN (25(0,23 - Fn)) = 0,815$$

$$\mathbf{Cb = 0,834}$$

Coeficiente de la maestra. Media de los valores obtenidos mediante las siguientes fórmulas:

$$CM_{Kerlen} = 1.006 - 0.0056 * Cb^{-3.56} = 0,995$$

$$CM_{del\ HSVA} = \frac{1}{1 + (1 - Cb)^{3.5}} = 0,998$$

$$\mathbf{CM = 0,997}$$

Coeficiente de la flotación. Se hace la media de los valores obtenidos mediante las siguientes fórmulas:

$$Cw_{Schneekluth} = \frac{(1 + 2 * Cb)}{3} = 0,887$$

$$Cw_{J.Torroja} = A + B * Cb = 0,894$$

$$\mathbf{Cw = 0,890}$$

#### 4. CONTORNO DE PROA.

##### 4.1. Determinación de la necesidad o no de un bulbo de proa.

Para decidir si se debe o no poner bulbo de proa se evaluarán los siguientes criterios del libro de “Proyecto de buques y artefactos” del profesor Fernando Junco, referencia [1].

- Según el coeficiente de bloque: se recomienda que lleve bulbo aquel buque cuyo coeficiente de bloque pertenezca al siguiente intervalo:

$$0,65 < Cb < 0,815$$

Como el coeficiente de bloque del buque en proyecto es de 0,834, según este criterio no debería llevar bulbo.

- Según la relación L/B: se recomienda que lleve bulbo el buque cuya relación L/B pertenezca al siguiente intervalo:

$$5,5 < \frac{L_{pp}}{B} < 7$$

La eslora del buque en proyecto es de 193,6 m y la manga es de 32,2 m, por tanto  $L_{pp}/B=6,01$ ; por tanto según este criterio, debería llevar bulbo.

- Según la velocidad del buque: según el criterio de Wigley deberían llevar bulbo aquellos buques cuyo  $Fn$  pertenezca al siguiente intervalo:

$$0,24 < Fn < 0,57$$

El valor de  $Fn$  para el buque en proyecto es de 0,177. Por tanto, según este criterio no se recomienda poner bulbo.

- Para las relaciones actualmente utilizadas entre  $Fn$  y el coeficiente de afinamiento global del buque, que puede medirse muy bien por  $C_b \cdot B/L_{pp}$ , el bulbo no suele ser recomendable si:

$$\frac{Vol}{L_{pp}^2 \cdot T} > 0,135$$

Donde:

*Vol: volumen de carena, que según los datos obtenidos de Maxsurf es de 68688 m<sup>3</sup>*

$$L_{pp} = 193,60 \text{ m}$$

$$T = 12,90 \text{ m}$$

Por tanto:

$$\frac{68688}{193,6^2 * 12,9} = 0,142 > 0,135$$

Según este criterio tampoco es recomendable llevar bulbo.

Sin embargo, a pesar de que no se cumple algún criterio, se opta por dotar al buque de bulbo ya que la mayoría de los buques similares lo llevan y el buque que se ha tomado como buque base también.

#### 4.2. Parámetros que definen el bulbo.

La forma del bulbo es de tipo ovalado, ya lo hemos diseñado teniendo en cuenta el bulbo del buque base “Dan Sabiá”. Este tipo de bulbos, tienen la concentración del volumen en la parte central. Se consideran buenos para buques de formas llenas y con secciones en U.

A continuación, se muestran los cálculos de los principales parámetros que definen el bulbo. Para ello se han utilizado las fórmulas del libro “Proyecto básico del buque mercante”, referencia [2].

- Altura del punto de máxima protuberancia: es la altura sobre la línea base del punto más a proa del bulbo. Esta altura deberá estar dentro del rango siguiente:

$$0,35 < \frac{H_x}{T} < 0,55$$

Después de haber dibujado el bulbo, se obtiene una  $H_x$  de 7,06 m

- Punto de máxima protuberancia: el punto más a proa de la perpendicular de proa. Se puede calcular por medio de la siguiente expresión si se dispone de buque base.

$$X = Xb + 0.08 * (Cb - Cb_{b.base}) - 0.004 * \left( \frac{Lpp}{B} - \frac{Lpp_{b.base}}{B_{b.base}} \right)$$

$$X = 3,20 + 0.08 * (0.83 - 0.84) - 0.004 * \left( \frac{193,6}{32,2} - \frac{196}{32,2} \right)$$

$$X = 3,1 \text{ m}$$

- Manga: la manga del bulbo se obtendrá de medir directamente en el plano de Maxsurf.

$$b_{bulbo} = 5,26 \approx 5,3 \text{ m}$$

- Área del bulbo:

$$Sa20 = \frac{S20}{S10} * 100$$

Interpolando en la siguiente tabla se obtiene Sa20=10,7%

**ÁREA TRANSVERSAL, Sa20=100 × S20/S10**

LPP/B	CB						
	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4,80	5,6	6,2	6,6	7,2	7,9	8,6	9,3
5,00	5,8	6,4	6,9	7,4	8,2	8,8	9,5
5,20	6,1	6,7	7,3	7,8	8,4	9,0	9,8
5,40	6,3	6,9	7,6	8,1	8,6	9,3	10,1
5,60	6,5	7,2	7,8	8,4	8,9	9,6	10,4
5,80	6,7	7,4	8,0	8,6	9,2	9,9	10,7
6,00	6,9	7,6	8,2	8,8	9,5	10,2	11,0
6,20	7,2	7,9	8,5	9,1	9,7	10,5	11,3
6,40	7,5	8,1	8,7	9,3	10,0	10,8	11,6
6,60	7,8	8,4	9,0	9,6	10,3	11,1	11,9
6,80	8,0	8,6	9,2	9,8	10,5	11,4	12,2
7,00	8,2	8,8	9,4	10,0	10,7	11,6	12,5
7,20	8,4	8,9	9,6	10,2	11,0	11,8	12,8

Este valor de Sa20 es adecuado para valores de Hx/T=0,54 y debe aumentarse en un 0,1% por cada centésima diferencial de Hx/T para bulbos altos.

Quedando un valor de S20 de 10,7%

Por otra parte, Sa10 se obtiene de la siguiente manera:

$$Sa10 = B * T * CM = 32,2 * 12,9 * 0,997 = 414,13 \text{ m}^2$$

Por tanto, el área del bulbo es:

$$Sa20 = 10,7\% * 414,13 = 44,3 \text{ m}^2$$

A continuación, se presenta un croquis del bulbo, donde se comprueba que las dimensiones calculadas se aproximan a las del diseño.

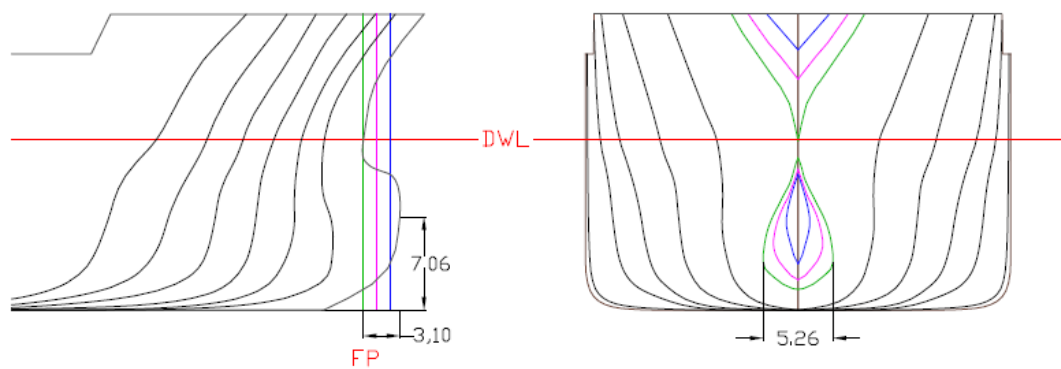


Figura 4.2.1.- Croquis del bulbo de proa



## 5. CONTORNO DE POPA.

### 5.1. Estudio de las claras de codaste.

En el estudio de las claras del codaste para cumplir con los requisitos de la Sociedad de Clasificación se deberá prestar atención solo a los parámetros a, b, c y d. Las holguras exigidas por el “Det Norske Veritas”, se pueden observar en la siguiente figura:

<b>Table C1 Minimum clearances</b>	
<i>For single screw ships:</i>	<i>For twin screw ships:</i>
$a \geq 0.2 R \text{ (m)}$	
$b \geq (0.7 - 0.04 Z_p) R \text{ (m)}$	
$c \geq (0.48 - 0.02 Z_p) R \text{ (m)}$	$c \geq (0.6 - 0.02 Z_p) R \text{ (m)}$
$e \geq 0.07 R \text{ (m)}$	

R = propeller radius in m  
Z<sub>p</sub> = number of propeller blades.

---e-n-d---of---G-u-i-d-a-n-c-e---n-o-t-e---

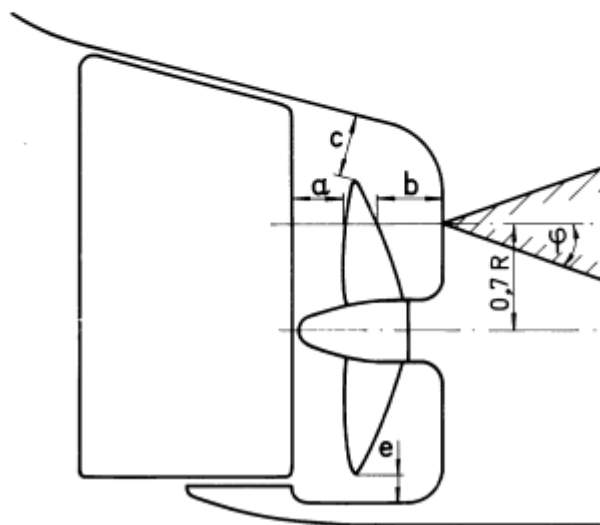


Figura 5.1.1.- Parámetros exigidos del codaste

Para buques de 1 hélice:

$$a = 0,2 * R = 0,65 \text{ m}$$

$$b = (0,7 - 0,04 * Z) * R = 1,76 \text{ m}$$

$$c = (0,48 - 0,02 * Z) * R = 1,3 \text{ m}$$

$$e = 0,07 * R = 0,228 \text{ m}$$

Siendo:

$R = 3,25 \text{ m}$ . Este valor se ha obtenido del buque de referencia.

$Z = 4 \text{ palas}$ , es el valor que adoptan la mayoría de este tipo de buques.

Estos son los huelgos mínimos requeridos por la Sociedad de Clasificación, DNV. Como se puede observar en el croquis del codaste, que se muestra a continuación, se cumplen con estos requerimientos.

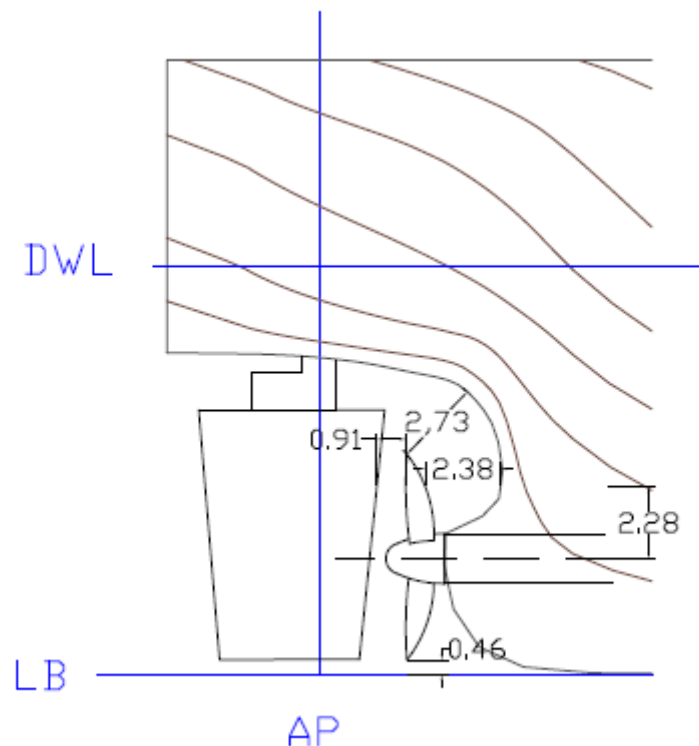


Figura 5.1.2.- Croquis del codaste

## 6. PLANO DE FORMAS.

### 6.1. Serie sistemática “BSRA”.

Para obtener el plano de formas se utilizará la serie sistemática BSRA correspondiente a buques con bulbo, que como ya se ha justificado, hemos optado por dotar al buque de bulbo. Esta serie sistemática está sacada del libro de “Proyectos de Buques y Artefactos” del profesor Fernando Junco, referencia [1].

La serie BSRA consiste en una tabla de puntos de tangencia con el fondo y una serie de gráficas, cada una correspondiente a una sección del buque.

En la tabla de puntos de tangencia con el fondo hacemos una interpolación lineal, ya que nuestro coeficiente de bloque es de 0,83; cogiendo solo dos decimales, y los valores de la tabla son 0,82 y 0,84. Los valores obtenidos son los siguientes:

Puntos de tangencia	
1/4	0,019
1/2	0,022
3/4	0,036
1	0,068
1 1/2	0,197
2	0,403
2 1/2	0,616
3	0,762
3 1/2	0,834
4	0,856
5	0,856
6	0,856
6 1/2	0,856
7	0,856
7 1/2	0,853
8	0,829
8 1/2	0,699
9	0,464
9 1/4	0,298
9 1/2	0,138
9 3/4	0,030

Tabla 6.1.1.- Puntos de tangencia

A continuación, con las gráficas que tenemos para cada una de las secciones, entramos con nuestro coeficiente de bloque, 0.83 en este caso, y donde éste corte con las diferentes flotaciones representadas en la gráfica, obtenemos el valor de la semimanga adimensionalizada.

Multiplicando este valor obtenido de las gráficas por la semimanga del buque (16,1 m) tenemos la cartilla de trazado de nuestro buque en proyecto, que será la que posteriormente se introduzca en Maxsurf. De la misma manera obtenemos el valor de cada flotación, multiplicando cada porcentaje por el calado (12,9 m). Por lo tanto, en la siguiente tabla se muestran los valores extraídos de las gráficas.

		P. Tang= LA 0	A= LA 1	B= LA 2	C= LA3	D= LA 4	E= LA 5	F= LA 6	G= LA 7	H= LA 8	J= LA 9	K= LA 10
<b>Sección 0</b>		0,00	0,99	1,98	2,98	4,96	6,95	8,93	10,92	12,9	14,88	16,87
<b>Sección 1/4</b>	4,84	0,31	0,32	0,32	0,32	0,48	0,97	2,90	5,80	7,73	9,02	10,14
<b>Sección 1/2</b>	9,68	0,35	1,13	1,61	1,93	2,74	3,86	5,80	8,05	9,82	10,79	11,75
<b>Sección 3/4</b>	14,52	0,58	2,25	3,22	3,86	5,31	6,60	8,53	10,30	11,75	12,56	13,52
<b>Sección 1</b>	19,36	1,09	3,86	4,99	5,96	7,41	8,86	10,47	11,91	13,04	14,01	14,81
<b>Sección 1 1/2</b>	29,04	3,17	7,25	8,86	10,14	11,59	12,40	13,52	14,33	14,97	15,30	15,62
<b>Sección 2</b>	38,72	6,49	10,63	12,08	13,04	14,01	14,97	15,30	15,62	15,78	15,94	16,10
<b>Sección 2 1/2</b>	48,40	9,92	13,36	14,33	14,81	15,46	15,78	15,94	16,10	16,10	16,10	16,10
<b>Sección 3</b>	58,08	12,27	14,97	15,62	15,78	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10
<b>Sección 3 1/2</b>	67,76	13,43	15,46	15,94	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10
<b>Sección 4</b>	77,44	13,78	15,62	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10
<b>Sección 5</b>	96,80	13,78	15,78	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10
<b>Sección 6</b>	116,16	13,78	15,78	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10
<b>Sección 6 1/2</b>	125,84	13,78	15,78	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10
<b>Sección 7</b>	135,52	13,78	15,62	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10
<b>Sección 7 1/2</b>	145,20	13,73	15,62	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10
<b>Sección 8</b>	154,88	13,35	15,30	15,78	15,94	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10	16,10
<b>Sección 8 1/2</b>	164,56	11,25	13,85	14,97	15,30	15,30	15,30	15,46	15,62	15,78	16,10	16,10
<b>Sección 9</b>	174,24	7,47	10,47	11,75	12,40	13,20	13,36	13,36	13,52	14,17	15,13	15,46
<b>Sección 9 1/4</b>	179,08	4,80	8,05	9,34	9,98	10,63	10,79	10,79	11,43	12,08	13,36	14,17
<b>Sección 9 1/2</b>	183,92	2,22	5,47	6,44	7,08	7,73	8,05	8,05	8,53	9,18	10,30	11,59
<b>Sección 9 3/4</b>	188,76	0,48	2,74	3,86	4,35	4,35	4,35	4,35	4,67	5,31	5,96	7,08
<b>Sección 10</b>	193,60	0	1,45	2,25	2,58	2,25	1,45	0,64	0,16	0,00	0,48	1,13

Tabla 6.1.2.- Cartilla de trazado

## 6.2. Generación de formas.

Una vez obtenida la cartilla de trazado, la introducimos en el software Maxsurf, y estos valores sirven de referencia para dar forma al casco. Para ello, se crean una serie de curvas, y con ellas la superficie, que se irá modificando y moldeando mediante un conjunto de puntos de control, distribuidos por toda la superficie.

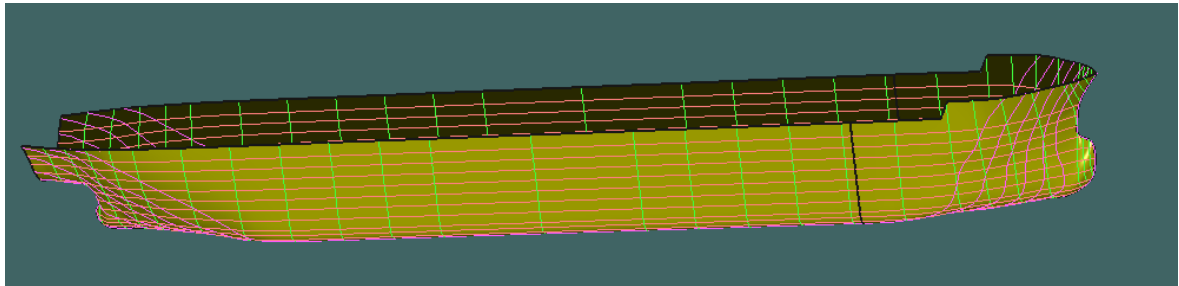


Figura 6.2.1.- Modelado del casco en Maxsurf

Los contornos de proa y popa no se obtienen de la serie BSRA, sino que se medirán en el plano del buque base y se escalarán a nuestras dimensiones, teniendo así los siguientes valores:

PROA		POPA	
Alturas	Esloras	Alturas	Esloras
1,626	193,600	19,4	-4,64
2,044	194,250	11,15	-4,64
2,651	195,000	10,12	0
3,486	195,760	9,87	1,11
4,538	196,430	9,35	8,38
5,706	195,780	7,72	11,71
8,578	195,780	6,69	12,01
10,253	196,430	5,49	11,91
10,721	195,760	4,8	11,41
10,990	195,000	4,12	10,2
11,267	194,250	2,92	10,2
11,900	193,600	1,72	10,6
12,900	193,600	0,94	11,61
17,340	195,000	0	13,33
19,709	196,430		
22,900	198,470		
24,900	199,740		

Tabla 6.2.1. Contornos de proa y popa

Así, obtenemos el plano de formas, que se encuentra en el “Anexo I”.

### **6.3. Cartilla de trazado.**

Una vez que tenemos las formas del buque, el propio programa calcula las coordenadas de la superficie del casco, con la opción “Calculate offsets”. Son las coordenadas de los puntos de intersección entre líneas de agua, longitudinales, secciones transversales y contorno de la superficie. Estos valores se incluyen en el “Anexo II”.

## 7. HIDROSTÁTICAS DEL BUQUE.

Los parámetros del casco, según los cálculos que nos proporciona el programa se presentan en la siguiente tabla. Como podemos observar, son muy similares a los que se han calculado previamente.

Hydrostatics at DWL			
	Measurement	Value	Units
1	Displacement	70413	t
2	Volume (displaced)	68695,973	m <sup>3</sup>
3	Draft Amidships	12,900	m
4	Immersed depth	12,900	m
5	WL Length	198,414	m
6	Beam max extents o	32,200	m
7	Wetted Area	10011,225	m <sup>2</sup>
8	Max sect. area	410,945	m <sup>2</sup>
9	Waterpl. Area	5783,326	m <sup>2</sup>
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,843	
11	Block coeff. (Cb)	0,834	
12	Max Sect. area coeff	0,989	
13	Waterpl. area coeff.	0,905	
14	LCB length	99,596	from z
15	LCF length	95,255	from z
16	LCB %	50,196	from z
17	LCF %	48,008	from z
18	KB	6,679	m
19	KG fluid	0,000	m
20	BMT	6,651	m
21	BML	233,065	m
22	GMt corrected	13,330	m
23	GML	239,744	m
24	KMt	13,330	m
25	KML	239,744	m
26	Immersion (TPc)	59,279	tonne/c
27	MTc	871,963	tonne.
28	RM at 1deg = GMT.Di	16381,082	tonne.
29	Length-Beam ratio	6,162	

Density (water)

Std. densities

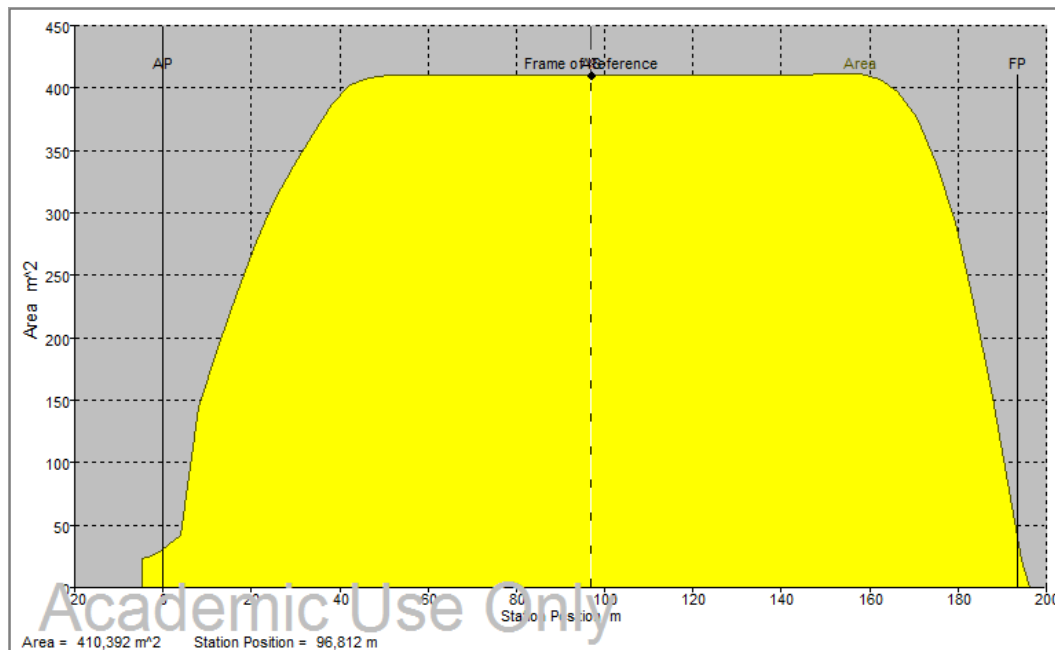
VCG

Figura 7.1. Tabla de hidrostáticas



## 8. CURVA DE ÁREAS SECCIONALES.

El programa también nos dibuja la curva de áreas. Es una gráfica donde se representa en el eje de abscisas la distancia hacia proa de la perpendicular de popa y en el eje de ordenadas el área. También no proporciona los resultados de dicha gráfica en una tabla de valores.



Graph Data

	Area X m	Area Y m <sup>2</sup>	Frame of Reference X m	Frame of Reference Y m <sup>2</sup>
1	-4,643859	23,200432	0,000000	410,938950
2	-2,505108	25,093953	0,000000	0,000000
3	-0,366316	29,388296	96,800003	0,000000
4	3,911267	41,880513	96,800003	410,938950
5	8,188851	144,827295	96,800003	0,000000
6	12,466434	192,075270	193,600006	0,000000
7	16,744017	235,642680	193,600006	410,938950
8	21,021601	276,554664	--	--
9	25,299184	310,382251	--	--
10	29,576767	337,396623	--	--
11	33,854351	362,731572	--	--
12	38,131934	387,159693	--	--
13	42,409517	403,105144	--	--
14	46,687101	408,451989	--	--
15	50,964684	409,962669	--	--
16	55,242267	410,113999	--	--
17	59,519851	410,163181	--	--
18	63,797434	410,177933	--	--
19	68,075017	410,197001	--	--
20	72,352601	410,222195	--	--
21	76,630184	410,253336	--	--
22	80,907767	410,293755	--	--
23	85,185351	410,333539	--	--
24	89,462934	410,362144	--	--
25	93,740517	410,377782	--	--

Close

## 9. COMPARACIÓN DE DIMENSIONES Y COEFICIENTES.

A continuación, se detalla un cuadro resumen con las dimensiones obtenidas por formulación en el cuaderno 1 y las que nos proporciona Maxsurf, que serán las que realmente usaremos a partir de este cuaderno, ya que son las formas que tendrá nuestro buque en proyecto.

	CUADERNO 1	MAXSURF
DWT (t)	55000	55000
Despla (t)	68745	70413
Lpp (m)	193,6	193,6
Lwl	196,5	198,4
B (m)	32,2	32,2
D (m)	19,4	19,4
T (m)	12,9	12,9
Cb	0,834	0,834
Vel (knots)	15	15
XG (m)	92,3	95,3
CM	0,997	0,989
CP	0,833	0,843
Cwl	0,89	0,905
Sup. Mojada(m <sup>2</sup> )	9698	10011,2

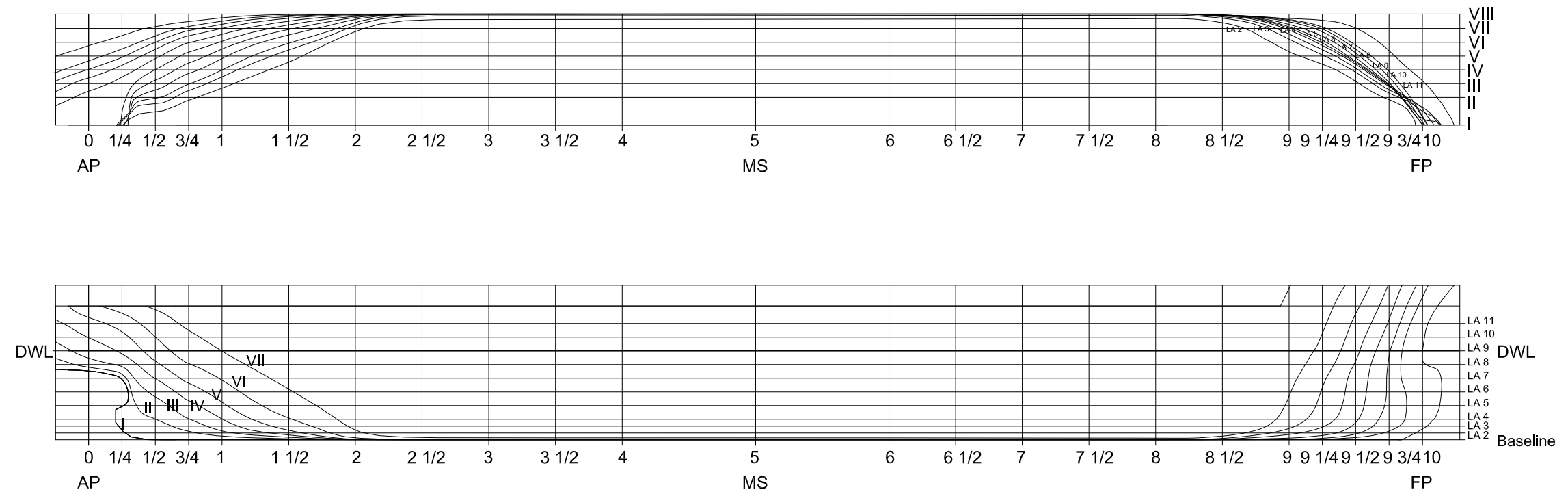
Tabla 9.1.- Tabla comparativa de resultados.

## 10. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Fernando Junco Ocampo; “*Proyectos de Buques y Artefactos.*”, Ed. Universidade da Coruña Escola Politécnica Superior, 2003.
- [2] Ricardo Alvariño Castro, Juan José Azpíroz y Manuel Meizoso; “*El proyecto básico del buque mercante*”, Ed. Fondo Editorial de Ingeniería Naval; Pub 1997.
- [3] “Det Norske Veritas” , Rules for Ships, Pt.3, Ch.3, Sec.2; January 2009.

# **ANEXO I**

## **Plano de formas**



CARACTERÍSTICAS

LOA.....203,00 m  
Lpp.....193,60 m  
Lwl.....198,40 m  
B.....32,20 m  
D.....19,40 m  
T.....12,90 m



Escola Politécnica Superior  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto N°: 14-102

Proyecto: PETROLERO DE PRODUCTOS DE 55000 TPM

Fecha: SEP 2014

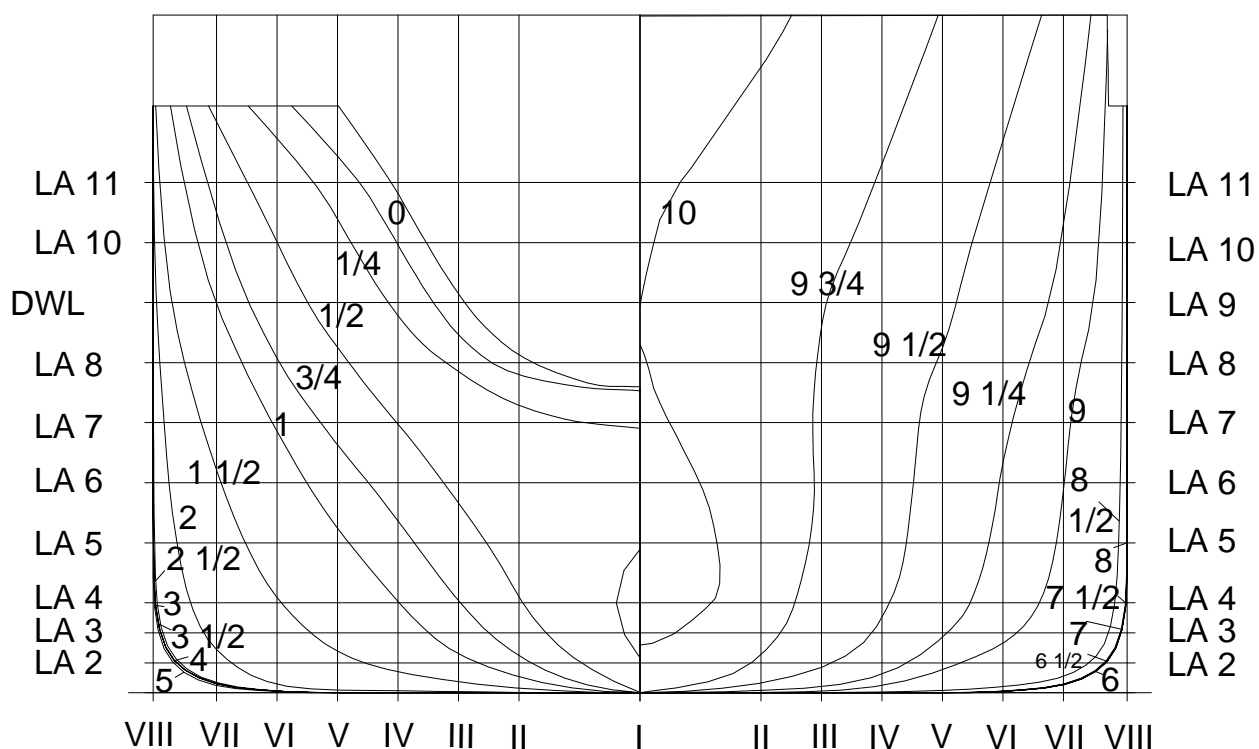
Título del Plano: PLANO FORMAS

Plano N°: 1/1

ESCALA 1:750

Autor: LETICIA Mª GUZMÁN GARCÍA

Firma:



#### CARACTERÍSTICAS

LOA.....203,00 m  
 Lpp.....193,60 m  
 Lwl.....198,40 m  
 B.....32,20 m  
 D.....19,40 m  
 T.....12,90 m



Escola Politécnica Superior  
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto N°: 14-102

Proyecto: PETROLERO DE PRODUCTOS DE 55000 TPM

Fecha: SEP 2014

Título del Plano: PLANO FORMAS

Plano N°: 2/2

ESCALA 1:250

Autor: LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

Firma:

# **ANEXO II**

## **“Offsets”**

Offsets - 0				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	0,000	0,000	9,984
2	II	0,000	4,000	10,513
3	III	0,000	6,000	11,834
4	IV	0,000	8,000	14,803
5	V	0,000	10,000	17,741
6	DWL	0,000	6,831	12,900
7	LA 8	0,000	4,920	10,916
8	LA 9	0,000	6,831	12,900
9	LA 10	0,000	8,047	14,884
10	LA 11	0,000	9,277	16,869
11	Edge: Popa, Bottom	0,000	0,000	9,984
12	Popa: Trimmed Edg	0,000	11,515	19,400

Offset – Sección 0

Offsets - 1/4				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	4,840	0,000	8,749
2	I	4,840	0,000	4,762
3	I	4,840	0,000	1,054
4	II	4,840	4,000	9,505
5	III	4,840	6,000	10,624
6	IV	4,840	8,000	12,460
7	V	4,840	10,000	15,647
8	VI	4,840	12,000	18,333
9	DWL	4,840	8,324	12,900
10	LA 3	4,840	0,538	1,984
11	LA 4	4,840	0,787	2,977
12	LA 7	4,840	1,788	8,931
13	LA 8	4,840	6,417	10,916
14	LA 9	4,840	8,324	12,900
15	LA 10	4,840	9,554	14,884
16	LA 11	4,840	10,792	16,869
17	Edge: Popa, Bottom	4,840	0,000	8,749
18	Edge: Popa, Bottom	4,840	0,000	4,762
19	Edge: Popa, Bottom	4,840	0,000	1,055
20	Popa: Trimmed Edg	4,840	0,000	8,741
21	Popa: Trimmed Edg	4,840	0,000	4,743
22	Popa: Trimmed Edg	4,840	12,957	19,400

Offset – Sección ¼



Offsets - 1/2				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	9,680	0,000	0,007
2	II	9,680	4,000	3,159
3	III	9,680	6,000	6,249
4	IV	9,680	8,000	8,847
5	V	9,680	10,000	11,402
6	VI	9,680	12,000	14,877
7	VII	9,680	14,000	18,885
8	DWL	9,680	11,006	12,900
9	LA 2	9,680	1,938	0,992
10	LA 3	9,680	3,105	1,984
11	LA 4	9,680	3,884	2,977
12	LA 5	9,680	5,092	4,961
13	LA 6	9,680	6,519	6,947
14	LA 7	9,680	8,070	8,931
15	LA 8	9,680	9,636	10,916
16	LA 9	9,680	11,006	12,900
17	LA 10	9,680	12,004	14,884
18	LA 11	9,680	12,984	16,869
19	Edge: Popa, Bottom	9,680	0,000	0,007
20	Popa: Trimmed Edg	9,680	0,000	0,012
21	Popa: Trimmed Edg	9,680	14,262	19,400

Offset – Sección ½

Offsets - 3/4				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	14,520	0,000	0,000
2	II	14,520	4,000	1,216
3	III	14,520	6,000	3,030
4	IV	14,520	8,000	5,670
5	V	14,520	10,000	8,186
6	VI	14,520	12,000	11,029
7	VII	14,520	14,000	15,836
8	DWL	14,520	12,947	12,900
9	LA 2	14,520	3,624	0,992
10	LA 3	14,520	5,015	1,984
11	LA 4	14,520	5,956	2,977
12	LA 5	14,520	7,479	4,961
13	LA 6	14,520	8,986	6,947
14	LA 7	14,520	10,572	8,931
15	LA 8	14,520	11,936	10,916
16	LA 9	14,520	12,947	12,900
17	LA 10	14,520	13,696	14,884
18	LA 11	14,520	14,309	16,869
19	Edge: Sección Medi	14,520	0,000	0,000
20	Sección Media: Tri	14,520	15,000	19,400

Offset – Sección ¾

Offsets - 1				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	19,360	0,000	0,000
2	II	19,360	4,000	0,524
3	III	19,360	6,000	1,284
4	IV	19,360	8,000	3,013
5	V	19,360	10,000	5,435
6	VI	19,360	12,000	8,649
7	VII	19,360	14,000	12,820
8	DWL	19,360	14,030	12,900
9	LA 2	19,360	5,363	0,992
10	LA 3	19,360	6,991	1,984
11	LA 4	19,360	7,968	2,977
12	LA 5	19,360	9,637	4,961
13	LA 6	19,360	11,017	6,947
14	LA 7	19,360	12,156	8,931
15	LA 8	19,360	13,161	10,916
16	LA 9	19,360	14,030	12,900
17	LA 10	19,360	14,625	14,884
18	LA 11	19,360	15,074	16,869
19	Edge: Sección Medi	19,360	0,000	0,000
20	Sección Media: Tri	19,360	15,530	19,400

Offset – Sección 1

Offsets - 1 1/2				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	29,040	0,000	0,000
2	II	29,040	4,000	0,154
3	III	29,040	6,000	0,367
4	IV	29,040	8,000	0,693
5	V	29,040	10,000	1,374
6	VI	29,040	12,000	3,140
7	VII	29,040	14,000	7,341
8	DWL	29,040	15,495	12,900
9	LA 2	29,040	9,115	0,992
10	LA 3	29,040	10,893	1,984
11	LA 4	29,040	11,868	2,977
12	LA 5	29,040	13,063	4,961
13	LA 6	29,040	13,860	6,947
14	LA 7	29,040	14,521	8,931
15	LA 8	29,040	15,069	10,916
16	LA 9	29,040	15,495	12,900
17	LA 10	29,040	15,735	14,884
18	LA 11	29,040	15,891	16,869
19	Edge: Sección Medi	29,040	0,000	0,000
20	Sección Media: Tri	29,040	16,019	19,400

Offset – Sección 1 ½

Offsets - 2				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	38,720	0,000	0,000
2	II	38,720	4,000	0,018
3	III	38,720	6,000	0,042
4	IV	38,720	8,000	0,065
5	V	38,720	10,000	0,082
6	VI	38,720	12,000	0,269
7	VII	38,720	14,000	1,403
8	DWL	38,720	15,992	12,900
9	LA 2	38,720	13,541	0,992
10	LA 3	38,720	14,447	1,984
11	LA 4	38,720	14,875	2,977
12	LA 5	38,720	15,324	4,961
13	LA 6	38,720	15,586	6,947
14	LA 7	38,720	15,740	8,931
15	LA 8	38,720	15,876	10,916
16	LA 9	38,720	15,992	12,900
17	LA 10	38,720	16,048	14,884
18	LA 11	38,720	16,078	16,869
19	Edge: Sección Medi	38,720	0,000	0,000
20	Sección Media: Tri	38,720	16,094	19,400

Offset – Sección 2

Offsets - 2 1/2				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	48,400	0,000	0,000
2	II	48,400	4,000	0,001
3	III	48,400	6,000	0,001
4	IV	48,400	8,000	0,002
5	V	48,400	10,000	0,002
6	VI	48,400	12,000	0,062
7	VII	48,400	14,000	0,327
8	DWL	48,400	16,096	12,900
9	LA 2	48,400	15,255	0,992
10	LA 3	48,400	15,804	1,984
11	LA 4	48,400	15,988	2,977
12	LA 5	48,400	16,060	4,961
13	LA 6	48,400	16,082	6,947
14	LA 7	48,400	16,088	8,931
15	LA 8	48,400	16,093	10,916
16	LA 9	48,400	16,096	12,900
17	LA 10	48,400	16,098	14,884
18	LA 11	48,400	16,099	16,869
19	Edge: Sección Medi	48,400	0,000	0,000
20	Sección Media: Tri	48,400	16,100	19,400

Offset – Sección 2 ½

Offsets - 3				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	58,080	0,000	0,000
2	II	58,080	4,000	0,000
3	III	58,080	6,000	0,000
4	IV	58,080	8,000	0,000
5	V	58,080	10,000	0,000
6	VI	58,080	12,000	0,057
7	VII	58,080	14,000	0,302
8	DWL	58,080	16,100	12,900
9	LA 2	58,080	15,317	0,992
10	LA 3	58,080	15,848	1,984
11	LA 4	58,080	16,023	2,977
12	LA 5	58,080	16,084	4,961
13	LA 6	58,080	16,098	6,947
14	LA 7	58,080	16,100	8,931
15	LA 8	58,080	16,100	10,916
16	LA 9	58,080	16,100	12,900
17	LA 10	58,080	16,100	14,884
18	LA 11	58,080	16,100	16,869
19	Edge: Sección Medi	58,080	0,000	0,000
20	Sección Media: Tri	58,080	16,100	19,400

Offset – Sección 3

Offsets - 3 1/2				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	67,760	0,000	0,000
2	II	67,760	4,000	0,000
3	III	67,760	6,000	0,000
4	IV	67,760	8,000	0,000
5	V	67,760	10,000	0,000
6	VI	67,760	12,000	0,056
7	VII	67,760	14,000	0,299
8	DWL	67,760	16,100	12,900
9	LA 2	67,760	15,322	0,992
10	LA 3	67,760	15,852	1,984
11	LA 4	67,760	16,026	2,977
12	LA 5	67,760	16,085	4,961
13	LA 6	67,760	16,098	6,947
14	LA 7	67,760	16,100	8,931
15	LA 8	67,760	16,100	10,916
16	LA 9	67,760	16,100	12,900
17	LA 10	67,760	16,100	14,884
18	LA 11	67,760	16,100	16,869
19	Edge: Sección Medi	67,760	0,000	0,000
20	Sección Media: Tri	67,760	16,100	19,400

Offset – Sección 3 ½

Offsets - 4				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	77,440	0,000	0,000
2	II	77,440	4,000	0,000
3	III	77,440	6,000	0,000
4	IV	77,440	8,000	0,000
5	V	77,440	10,000	0,000
6	VI	77,440	12,000	0,056
7	VII	77,440	14,000	0,298
8	DWL	77,440	16,100	12,900
9	LA 2	77,440	15,331	0,992
10	LA 3	77,440	15,860	1,984
11	LA 4	77,440	16,032	2,977
12	LA 5	77,440	16,087	4,961
13	LA 6	77,440	16,099	6,947
14	LA 7	77,440	16,100	8,931
15	LA 8	77,440	16,100	10,916
16	LA 9	77,440	16,100	12,900
17	LA 10	77,440	16,100	14,884
18	LA 11	77,440	16,100	16,869
19	Edge: Sección Medi	77,440	0,000	0,000
20	Sección Media: Tri	77,440	16,100	19,400

Offset – Sección 4

Offsets - 5				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	96,800	0,000	0,000
2	II	96,800	4,000	0,000
3	III	96,800	6,000	0,000
4	IV	96,800	8,000	0,000
5	V	96,800	10,000	0,000
6	VI	96,800	12,000	0,055
7	VII	96,800	14,000	0,293
8	DWL	96,800	16,100	12,900
9	LA 2	96,800	15,348	0,992
10	LA 3	96,800	15,875	1,984
11	LA 4	96,800	16,043	2,977
12	LA 5	96,800	16,091	4,961
13	LA 6	96,800	16,099	6,947
14	LA 7	96,800	16,100	8,931
15	LA 8	96,800	16,100	10,916
16	LA 9	96,800	16,100	12,900
17	LA 10	96,800	16,100	14,884
18	LA 11	96,800	16,100	16,869
19	Edge: Sección Medi	96,800	0,000	0,000
20	Sección Media: Tri	96,800	16,100	19,400

Offset – Sección 5

Offsets - 6				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	116,160	0,000	0,000
2	II	116,160	4,000	0,000
3	III	116,160	6,000	0,000
4	IV	116,160	8,000	0,000
5	V	116,160	10,000	0,000
6	VI	116,160	12,000	0,053
7	VII	116,160	14,000	0,285
8	DWL	116,160	16,100	12,900
9	LA 2	116,160	15,370	0,992
10	LA 3	116,160	15,890	1,984
11	LA 4	116,160	16,055	2,977
12	LA 5	116,160	16,095	4,961
13	LA 6	116,160	16,100	6,947
14	LA 7	116,160	16,100	8,931
15	LA 8	116,160	16,100	10,916
16	LA 9	116,160	16,100	12,900
17	LA 10	116,160	16,100	14,884
18	LA 11	116,160	16,100	16,869
19	Edge: Sección Medi	116,160	0,000	0,000
20	Sección Media: Tri	116,160	16,100	19,400

Offset – Sección 6

Offsets - 6 1/2				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	125,840	0,000	0,000
2	II	125,840	4,000	0,000
3	III	125,840	6,000	0,000
4	IV	125,840	8,000	0,000
5	V	125,840	10,000	0,000
6	VI	125,840	12,000	0,053
7	VII	125,840	14,000	0,280
8	DWL	125,840	16,100	12,900
9	LA 2	125,840	15,380	0,992
10	LA 3	125,840	15,898	1,984
11	LA 4	125,840	16,061	2,977
12	LA 5	125,840	16,097	4,961
13	LA 6	125,840	16,100	6,947
14	LA 7	125,840	16,100	8,931
15	LA 8	125,840	16,100	10,916
16	LA 9	125,840	16,100	12,900
17	LA 10	125,840	16,100	14,884
18	LA 11	125,840	16,100	16,869
19	Edge: Sección Medi	125,840	0,000	0,000
20	Sección Media: Tri	125,840	16,100	19,400

Offset – Sección 6 ½



Offsets - 7				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	135,520	0,000	0,000
2	II	135,520	4,000	0,000
3	III	135,520	6,000	0,000
4	IV	135,520	8,000	0,000
5	V	135,520	10,000	0,000
6	VI	135,520	12,000	0,051
7	VII	135,520	14,000	0,274
8	DWL	135,520	16,100	12,900
9	LA 2	135,520	15,390	0,992
10	LA 3	135,520	15,904	1,984
11	LA 4	135,520	16,065	2,977
12	LA 5	135,520	16,099	4,961
13	LA 6	135,520	16,100	6,947
14	LA 7	135,520	16,100	8,931
15	LA 8	135,520	16,100	10,916
16	LA 9	135,520	16,100	12,900
17	LA 10	135,520	16,100	14,884
18	LA 11	135,520	16,100	16,869
19	Edge: Sección Medi	135,520	0,000	0,000
20	Sección Media: Tri	135,520	16,100	19,400

Offset – Sección 7

Offsets - 7 1/2				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	145,200	0,000	0,000
2	II	145,200	4,000	0,000
3	III	145,200	6,000	0,000
4	IV	145,200	8,000	0,000
5	V	145,200	10,000	0,000
6	VI	145,200	12,000	0,049
7	VII	145,200	14,000	0,264
8	DWL	145,200	16,100	12,900
9	LA 2	145,200	15,403	0,992
10	LA 3	145,200	15,908	1,984
11	LA 4	145,200	16,067	2,977
12	LA 5	145,200	16,100	4,961
13	LA 6	145,200	16,100	6,947
14	LA 7	145,200	16,100	8,931
15	LA 8	145,200	16,100	10,916
16	LA 9	145,200	16,100	12,900
17	LA 10	145,200	16,100	14,884
18	LA 11	145,200	16,100	16,869
19	Edge: Sección Medi	145,200	0,000	0,000
20	Sección Media: Tri	145,200	16,100	19,400

Offset – Sección 7 ½



Offsets - 8				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	154,880	0,000	0,000
2	II	154,880	4,000	0,000
3	III	154,880	6,000	0,000
4	IV	154,880	8,000	0,000
5	V	154,880	10,000	0,000
6	VI	154,880	12,000	0,045
7	VII	154,880	14,000	0,243
8	DWL	154,880	16,100	12,900
9	LA 2	154,880	15,426	0,992
10	LA 3	154,880	15,912	1,984
11	LA 4	154,880	16,068	2,977
12	LA 5	154,880	16,100	4,961
13	LA 6	154,880	16,100	6,947
14	LA 7	154,880	16,100	8,931
15	LA 8	154,880	16,100	10,916
16	LA 9	154,880	16,100	12,900
17	LA 10	154,880	16,100	14,884
18	LA 11	154,880	16,100	16,869
19	Edge: Sección Medi	154,880	0,000	0,000
20	Sección Media: Tri	154,880	16,100	19,400

Offset – Sección 8

Offsets - 8 1/2				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	164,560	0,000	0,000
2	II	164,560	4,000	0,003
3	III	164,560	6,000	0,007
4	IV	164,560	8,000	0,030
5	V	164,560	10,000	0,084
6	VI	164,560	12,000	0,208
7	VII	164,560	14,000	0,544
8	DWL	164,560	15,938	12,900
9	LA 2	164,560	14,844	0,992
10	LA 3	164,560	15,484	1,984
11	LA 4	164,560	15,693	2,977
12	LA 5	164,560	15,815	4,961
13	LA 6	164,560	15,874	6,947
14	LA 7	164,560	15,904	8,931
15	LA 8	164,560	15,924	10,916
16	LA 9	164,560	15,938	12,900
17	LA 10	164,560	15,945	14,884
18	LA 11	164,560	15,951	16,869
19	Edge: Proa, Bottom	164,560	0,000	0,000
20	Proa: Trimmed Edg	164,560	15,958	19,400

Offset – Sección 8 ½

Offsets - 9				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	174,240	0,000	0,000
2	II	174,240	4,000	0,018
3	III	174,240	6,000	0,049
4	IV	174,240	8,000	0,244
5	V	174,240	10,000	0,768
6	VI	174,240	12,000	1,640
7	VII	174,240	14,000	6,685
8	DWL	174,240	14,993	12,900
9	LA 2	174,240	10,606	0,992
10	LA 3	174,240	12,462	1,984
11	LA 4	174,240	13,206	2,977
12	LA 5	174,240	13,764	4,961
13	LA 6	174,240	14,030	6,947
14	LA 7	174,240	14,242	8,931
15	LA 8	174,240	14,584	10,916
16	LA 9	174,240	14,993	12,900
17	LA 10	174,240	15,174	14,884
18	LA 11	174,240	15,286	16,869
19	Edge: Proa, Bottom	174,240	0,000	0,000
20	Proa: Trimmed Edg	174,240	15,444	21,926

Offset – Sección 9

Offsets - 9 1/4				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	179,080	0,000	0,000
2	II	179,080	4,000	0,082
3	III	179,080	6,000	0,200
4	IV	179,080	8,000	0,615
5	V	179,080	10,000	1,837
6	VI	179,080	12,000	7,602
7	VII	179,080	14,000	15,324
8	DWL	179,080	13,535	12,900
9	LA 2	179,080	8,850	0,992
10	LA 3	179,080	10,162	1,984
11	LA 4	179,080	10,924	2,977
12	LA 5	179,080	11,536	4,961
13	LA 6	179,080	11,878	6,947
14	LA 7	179,080	12,302	8,931
15	LA 8	179,080	12,871	10,916
16	LA 9	179,080	13,535	12,900
17	LA 10	179,080	13,929	14,884
18	LA 11	179,080	14,229	16,869
19	Edge: Proa, Bottom	179,080	0,000	0,000
20	Proa: Trimmed Edg	179,080	15,184	24,900

Offset – Sección 9 ¼

Offsets - 9 1/2				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	183,920	0,000	0,000
2	II	183,920	4,000	0,330
3	III	183,920	6,000	0,840
4	IV	183,920	8,000	2,497
5	V	183,920	10,000	11,416
6	VI	183,920	12,000	18,282
7	VII	183,920	14,000	24,705
8	DWL	183,920	10,462	12,900
9	LA 2	183,920	6,361	0,992
10	LA 3	183,920	7,681	1,984
11	LA 4	183,920	8,248	2,977
12	LA 5	183,920	8,801	4,961
13	LA 6	183,920	9,038	6,947
14	LA 7	183,920	9,226	8,931
15	LA 8	183,920	9,794	10,916
16	LA 9	183,920	10,462	12,900
17	LA 10	183,920	10,977	14,884
18	LA 11	183,920	11,568	16,869
19	Edge: Proa, Bottom	183,920	0,000	0,000
20	Proa: Trimmed Edg	183,920	14,051	24,900

Offset – Sección 9 ½

Offsets - 9 3/4				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	188,760	0,000	0,000
2	II	188,760	4,000	1,260
3	III	188,760	6,000	12,109
4	IV	188,760	8,000	17,461
5	V	188,760	10,000	22,758
6	DWL	188,760	6,167	12,900
7	LA 2	188,760	3,686	0,992
8	LA 3	188,760	4,642	1,984
9	LA 4	188,760	5,107	2,977
10	LA 5	188,760	5,598	4,961
11	LA 6	188,760	5,762	6,947
12	LA 7	188,760	5,709	8,931
13	LA 8	188,760	5,843	10,916
14	LA 9	188,760	6,167	12,900
15	LA 10	188,760	6,969	14,884
16	LA 11	188,760	7,770	16,869
17	Edge: Proa, Bottom	188,760	0,000	0,000
18	Proa: Trimmed Edg	188,760	10,781	24,900

Offset – Sección 9 ¾

Offsets - 10				
	Contour	Long. Pos. m	Offset m	Height m
1	I	193,600	0,000	1,519
2	I	193,600	0,000	11,512
3	I	193,600	0,000	12,807
4	II	193,600	4,000	20,681
5	III	193,600	6,000	24,059
6	DWL	193,600	0,016	12,900
7	LA 3	193,600	1,188	1,984
8	LA 4	193,600	2,405	2,977
9	LA 5	193,600	2,551	4,961
10	LA 6	193,600	1,962	6,947
11	LA 7	193,600	0,931	8,931
12	LA 8	193,600	0,204	10,916
13	LA 9	193,600	0,016	12,900
14	LA 10	193,600	0,453	14,884
15	LA 11	193,600	1,325	16,869
16	Edge: Proa, Right	193,600	0,000	1,519
17	Edge: Proa, Right	193,600	0,000	11,512
18	Edge: Proa, Right	193,600	0,000	12,807
19	Proa: Trimmed Edg	193,600	0,000	1,582
20	Proa: Trimmed Edg	193,600	0,000	11,520
21	Proa: Trimmed Edg	193,600	0,000	12,800
22	Proa: Trimmed Edg	193,600	6,404	24,900

Offset – Sección 10

---

## CUADERNO 4 –CÁLCULOS DE ARQUITECTURA NAVAL

---



## Petrolero de Productos 55000 TPM

LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

Proyecto nº 14-102

TUTOR: RAÚL VILLA CARO

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1. RPA .....	4
2. Introducción. ....	5
3. Características del buque en proyecto.....	6
4. Justificación del compartimentado.....	6
4.1. Separación entre cuadernas y bulárcamas. ....	7
4.2. Mamparos transversales principales. ....	8
4.3. Mamparos longitudinales. ....	8
4.4. Zona del pique de proa. ....	8
4.5. Zona del pique de popa.....	10
4.6. Cámara de máquinas.....	11
4.7. Cámara de bombas. ....	12
4.8. Zona de carga. ....	12
4.8.1. Doble casco y doble fondo. ....	12
4.8.2. Tanques de carga. ....	14
4.8.3. Tanques SLOP.....	14
4.9. Resumen de la posición de los mamparos.....	15
5. Estimación de los consumos y capacidades de los tanques. ....	16
5.1. Tanque de Fuel Oil. ....	16
5.1.1. Tanque de sedimentación de FO. ....	16
5.1.2. Tanque de uso diario de FO. ....	17
5.1.3. Tanque almacén de FO.....	17
5.2. Tanque de Diésel Oil. ....	18
5.2.1. Tanque de sedimentación de DO.....	18
5.2.2. Tanque de uso diario de DO.....	18
5.2.3. Tanque almacén de DO.....	18
5.3. Tanque de Aceite. ....	19
5.4. Tanque de agua dulce. ....	19
5.5. Tanque de agua de lastre. ....	19
5.6. Tanque de aguas residuales.....	20
5.7. Tanque de lodos.....	21
5.8. Tanque de rebose.....	21
5.9. Resumen capacidades de los tanques. ....	22
6. Plano de compartimentado y tanques.....	22

7. Tabla de capacidades y centro de gravedad de tanques y compartimentos.....	22
8. Plano de zona estanca y justificación.....	25
9. Definición de los puntos de inundación progresiva.....	25
10. Tablas de características hidrostáticas.....	26
11. Tablas de brazos de adrizamiento (KN).....	26
12. Bibliografía.....	27



## 1. RPA



### GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL

#### TRABAJO FIN DE GRADO

*CURSO 2.013-2014*

#### **PROYECTO NÚMERO 14-102**

**TIPO DE BUQUE:** PETROLERO DE PRODUCTOS

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DET NORSKE VERITAS. SOLAS. MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 55.000 T.P.M. Derivados del petróleo con densidad máxima 0,86 g/ml.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15 nudos en condiciones de servicio. 85 % MCR+ 15% de margen de mar. 9.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Bombas de carga y descarga en los tanques de carga. Calefacción en tanques de carga.

**PROPULSIÓN:** Motor diesel directamente acoplado

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 20 Personas en camarotes individuales.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, Setiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

## **2. INTRODUCCIÓN.**

En primer lugar, el objetivo de este cuaderno es la realización del compartimentado longitudinal, transversal y vertical del buque proyecto.

Por otra parte, la obtención de las capacidades y centros de gravedad de los tanques más representativos.

Y por último, se obtendrán las curvas hidrostáticas y los brazos de adrizamiento del buque proyecto.

Procederemos a realizar el compartimentado de nuestro buque proyecto mediante el programa “Maxsurf Stability Interprise”, y al final del cuaderno se presentarán los resultados obtenidos con dicho software.

Además todo esto se llevará a cabo cumpliendo con lo dispuesto en el Convenio MARPOL, y en concreto con el ANEXO I “Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos” y el ANEXO II “Reglas para prevenir la contaminación por sustancias líquidas transportadas a granel”.

### 3. CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE EN PROYECTO.

Las características de nuestro buque en proyecto son las que nos proporciona Maxsurf, ya que el diseño que tenemos en este programa será el definitivo de nuestro buque, además utilizaremos los datos del motor, que ya se han calculado en el cuaderno 6.

Por tanto, de Maxsurf se han obtenido los siguientes valores:

	MAXSURF
DWT (t)	55000
Despla (t)	70413
LOA (m)	203
Lpp (m)	193,6
Lwl	198,4
B (m)	32,2
D (m)	19,4
T (m)	12,9
Cb	0,834
Vel (knots)	15
XG (m)	95,3
CM	0,989
CP	0,843
Cwl	0,905
Sup. Mojada(m <sup>2</sup> )	10011,2
BHP (kW)	10185
RPM	127

### 4. JUSTIFICACIÓN DEL COMPARTIMENTADO.

Para realizar el compartimentado, dividiremos al buque en cuatro zonas. Además, habrá que tener en cuenta la situación correcta de todos los tanques de consumible, no consumibles y de lastre. Su situación debe ser coherente con la finalidad que tiene cada tanque dentro del buque.

Siempre se obligará a que los tanques de carga, lastre y aquellos que tengan un tamaño considerable sean estructurales, es decir, que los mamparos de los tanques coincidan con bulárcamas.

#### **4.1. Separación entre cuadernas y bulárcamas.**

Es importante mencionar que la posición longitudinal de los mamparos transversales estancos ha de coincidir con una cuaderna numérica, por lo que se hace necesario definir un espaciado de cuadernas.

Se ha consultado el reglamento del “*Det Norske Veritas*”, con el fin de poder obtener un espaciado de cuadernas para el buque, sin embargo no se ha obtenido ningún valor concreto.

Debido a esto se ha optado por realizar un espaciado de cuadernas basado en la de otros buques, y teniendo en cuenta que la normativa distingue cuatro partes diferentes del buque. De esta forma se optado por el siguiente espaciado:

- Zona del pique de popa: el espaciado que se utiliza en esta zona, comprendida desde el extremo más a popa del buque hasta el mamparo de la cámara de máquinas, es de 600 mm.

Este espaciado se considera necesario para poder soportar los esfuerzos a los que se ve sometida esta zona del buque, por la acción del servomotor y la hélice.

- Zona de cámara de máquinas y cámara de bombas: en esta zona se ha optado por tomar un espacio entre cuadernas de 700 mm, necesario para repartir los esfuerzos que se producen en esta zona.
- Zona de carga: esta zona está comprendida entre el mamparo de proa de la cámara de bombas hasta el mamparo de colisión. Se ha utilizado en esta zona una separación de 800 mm.
- Zona del pique de proa: en esta zona se toma un espaciado de 662,5 mm. Esta zona está comprendida entre en mamparo de colisión y el extremo más a proa del buque. Se ha tomado esta decisión ya que en esta zona hay que tener en cuenta la hélice de proa y el peso de la caja de cadenas.

Además, se dispone de un reforzado transversal mediante bulárcamas, las cuales de disponen a lo largo de la cámara de máquinas, con una separación entre ellas de 2400 mm, que equivale a 11 cuadernas, empezando en la

cuaderna número 12, y coincidiendo la última con el mamparo de proa de cámara de máquinas.

De igual manera, se refuerza la zona de carga, con una separación entre bulárcamas de 2400 mm, lo que equivale a 3 cuadernas, comenzando en la cuaderna número 46, la cual coincide con el mamparo de popa de los tanques SLOPS, así tenemos un total de 53 bulárcamas, coincidiendo la última con el mamparo de colisión.

#### **4.2. Mamparos transversales principales.**

El mamparo transversal estanco se extiende, por definición, desde el fondo del buque, hasta la cubierta de francobordo del mismo, que en el caso del buque proyecto coincide con la cubierta principal.

Según las normas de la Sociedad de Clasificación (D.N.V.), los mamparos obligatorios son:

- Mamparo de colisión.
- Mamparo de pique de popa.
- Un mamparo a cada lado de la cámara de máquinas.

Los demás mamparos estancos (6 unidades) se situarán en la zona de carga a intervalos regulares, cumpliéndose que cada mamparo coincida con una cuaderna y una bulárcama.

#### **4.3. Mamparos longitudinales.**

El buque en proyecto presenta un mamparo longitudinal en la zona central, que divide el espacio de carga en dos; uno a babor y otro a estribor.

#### **4.4. Zona del pique de proa.**

El pique de proa es la zona que se sitúa a proa del mamparo de colisión. La posición de este mamparo queda determinado por las reglas del D.N.V. (Part.3;Ch.1;Sec.3; A400).

La distancia del mamparo de colisión debe de estar entre un valor mínimo y un valor máximo desde la perpendicular de proa, que para buques de  $L < 200$  m, son los siguientes:

- $0,05 * L_F - x_r = 8,57 \text{ m}$
- $0,08 * L_F - x_r = 14,54 \text{ m}$

Primeramente, definiremos la eslora ( $L_F$ ): *“El 96% de la eslora total medida en una flotación cuya distancia a la cara superior de la quilla sea igual al 85% del puntal mínimo de trazado, o la eslora medida en esa flotación desde la cara proel de la roda hasta el eje de la mecha del timón, si esta segunda magnitud es mayor. Cuando el contorno de la roda sea cóncavo por encima de la flotación correspondiente al 85% del puntal mínimo de trazado, tanto el extremo de proa de la eslora total como la cara proel de la roda se tomarán en la proyección vertical, sobre esa flotación). En los buques proyectados con quilla inclinada, la flotación en que se mida la eslora habrá de ser paralela a la flotación de proyecto”.*

Midiendo en el plano, tenemos los siguientes valores de los cuales elegimos el mayor:

$$L_F = \text{máx} (0.96 L_{wl} \text{ al calado } 85\% D; \text{dist. desde mecha timón a la roda al calado } 85\% D) = \text{máx} (191,10; 194,27) = 194,3 \text{ m.}$$

Por otro lado, tenemos que  $x_r$  es:

- $x_r = 0,5 * x_b = 0,5 * 2,77 = 1,39$ ;  $x_b$ : protuberancia del bulbo. Cuderno 3
- $x_r = 0,015 * L_F = 0,015 * 199,1 = 2,99 \text{ m}$
- $x_r = 3 \text{ m}$

De estos dos valores escogemos el menor,  $x_r = 1,39 \text{ m}$ .

Por tanto la distancia del pique de proa, oscilará entre los 8,57 m mínimos y los 14,54 m máximos. La posición definitiva del mamparo de colisión se encuentra a 183 m de la mecha del timón.

Esta decisión se ha tomado teniendo en cuenta también el espacio necesario en el resto de las zonas del buque, pique de popa, cámara de

máquinas, tanques slop y zona de carga y lastre. El pique de proa aloja lastre, el local de la hélice de proa y el soporte de los equipos de fondeo.

A continuación, se presenta un croquis con las medidas entre las que debe estar dicho mamparo:

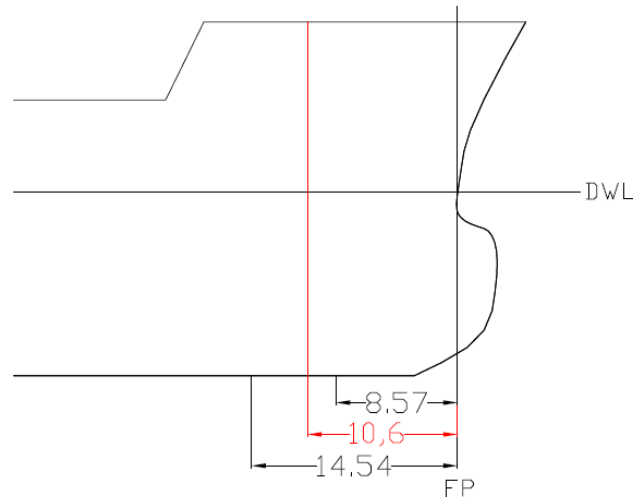


Figura 4.4.1.- Situación del mamparo de colisión

#### 4.5. Zona del pique de popa.

El pique de popa es la zona del mamparo más a popa del buque, llamado también mamparo de prensaestopas. Este mamparo encerrará el local del servomotor y tanques de lastre, en un compartimento estanco.

Se hace obligatoria la disposición del mamparo del pique de popa por el D.N.V. (Part.3; Ch.1; Sec.3; A301) pero no se especifica su ubicación exacta. Esta posición normalmente se define por necesidades de lastre y por la disposición de la cámara de máquinas.

Por lo que, teniendo en cuenta el espacio entre cuadernas (600 mm), se ha optado por situarlo a 7,20 m de la perpendicular de popa. Teniendo así una longitud de 12 m y 20 cuadernas en esta zona.



#### 4.6. Cámara de máquinas.

Como es habitual en este tipo de buques, la cámara de máquinas se sitúa en la parte de popa. La longitud de la cámara de máquinas depende de la potencia instalada y de la eslora del buque. Sin embargo, otros factores como la longitud del motor y la cantidad y tamaño de los equipos instalados pueden condicionar dicha eslora.

Para hacer una estimación de la longitud, se ha utilizado una fórmula del “Proyecto Básico del buque mercante”, indicada para petroleros:

$$L_{cm} = 0.28 * L_{pp}^{0.67} + 0.48 * MCO^{0.35} = 23 \text{ m}$$

Donde:

$MCO = 13849,6 \text{ HP}$ ; En el cuaderno 6 se ha obtenido este valor.

Por tanto, teniendo en cuenta la separación entre cuadernas en esta zona, que es 700 mm, y esta estimación, la longitud de la cámara de máquinas, será de 23,8 m. Así el mamparo de popa de la cámara de máquinas coincidirá con el del pique de popa, y el segundo mamparo estará a 31 m de la perpendicular de popa. Como la separación entre cuadernas es de 700 mm, tenemos 34 cuadernas en esta zona.

El doble fondo de la cámara de máquinas incluye tanques de aceite, tanques de rebose, tanques de sentina, etc. La altura del doble fondo será de 2 metros.

La cámara de máquinas tendrá 4 niveles, incluyendo el doble fondo, y las alturas son las siguientes:

NIVEL	Z (m)
Doble fondo	2,0
Nivel 1	11,8
Nivel 2	15,5
Cubierta superior	19,4

#### 4.7. Cámara de bombas.

La cámara de bombas es muchas veces un local independiente de la cámara de máquinas y se sitúa a proa de ésta. Muchos petroleros de productos disponen de este espacio para alojar el equipo de máquinas de manejo de la carga y lastre normalmente situada inmediatamente a proa de la cámara de máquinas. En este caso la situaremos en la zona más proa dentro de la cámara de máquinas.

La eslora de la cámara de bombas la podemos estimar interpolando en la siguiente tabla:

Lpp	L cámara de bombas
100 m	1,50 m
150 m	2,75 m
200 m	3,50 m
300 m	4,50 m

Para este caso tomaremos un valor de 3,5 m ya que también hemos de tener en cuenta la separación entre cuadernas.

La cámara de bombas se extiende desde los 27,5 m desde la perpendicular de popa hasta los 31 m.

La altura de la cámara de bombas será de 9,8 m sobre el doble fondo.

#### 4.8. Zona de carga.

La zona de carga va desde el mamparo de proa de la cámara de máquinas hasta el mamparo de colisión de proa. En esta zona se dispondrá de doble casco y doble fondo.

##### 4.8.1. Doble casco y doble fondo.

Todos los petroleros deben tener tanques y espacios de doble fondo y doble casco para proteger los tanques de carga, y no deben usarse para transportar carga.

Según MARPOL (Regla 18 Anexo I) los tanques de lastre tendrán una capacidad tal que:

- Permita al buque navegar en condiciones de lastre sin necesidad de introducir agua de lastre en los tanques de carga.
- El calado de trazado en la cuaderna maestra ( $T_m$ ), excluyendo correcciones de arrufo o quebranto, nunca será inferior a:

$$T_m = 2 + (0,02 * L) = 2 + (0,02 * 194,3) = 5,89 \text{ m}$$

- Los calados en las perpendiculares de proa y popa corresponderán a los determinados por el calado en el centro del buque ( $T_m$ ), con un asiento apopante no superior a:

$$0,015 * L = 0,015 * 194,3 = 2,91 \text{ m} \cong 3 \text{ m}$$

- Calado en la perpendicular de proa no menor de:

$$2 + (0,015 * L) = 4,91 \text{ m} \cong 5 \text{ m}$$

- En cualquier caso, el calado de la perpendicular de popa no será nunca inferior al necesario para garantizar la inmersión total de la hélice.
- Los tanques de carga tendrán un tamaño y forma tales, que una hipotética fuga de carga del costado o fondo en cualquier punto de la eslora del buque, produzca un daño limitado. En esta zona del doble casco y doble fondo es donde se sitúan los tanques de lastre independientes.

Debemos de tener en cuenta también que además del doble casco, los piques de proa y popa también llevan lastre.

La anchura mínima del doble casco según la Regla 19. 3.2. MARPOL, será el valor mínimo de los siguientes:

- $DF = 0,5 + \frac{DWT}{20000} = 0,5 + \frac{55000}{20000} = 3,25 \text{ m}$
- $2 \text{ m}$ , si este valor es menor.

$$\text{Anchura del doble costado} = 2 \text{ m}$$

La altura mínima del doble fondo es el menor de los siguientes valores:

- $\frac{B}{15} = \frac{32,2}{15} = 2,15 \text{ m}$
- $2 \text{ m}$

Por lo tanto, el valor mínimo será de 2 metros que coincide con el valor que se asigna al buque para maximizar así el espacio de carga:

$$\text{Altura del DF} = 2 \text{ m}$$

#### 4.8.2. Tanques de carga.

En cuanto a los tanques de carga, la longitud máxima viene establecida en el reglamento de MARPOL, Regla 26; 4.2 y es de:

$$L_{\text{máx}} = \left(0,25 * \frac{b_1}{B} + 0,15\right) * L = \left(0,25 * \frac{2}{32,2} + 0,15\right) * 194,3 = 32,1 \text{ m}$$

Finalmente, la zona de carga tendrá una eslora de 152 m. Si descontamos la longitud de los tanques slop (8 m), nos queda una eslora total de los tanques de carga de 144 m.

A la hora de diseñar los tanques de carga se ha decidido que todos tengan la misma eslora, se dispondrán 12 tanques situados por parejas de proa a popa, con lo que la eslora de cada tanque será de 24 m, cumpliendo el requerimiento de la eslora máxima de MARPOL.

#### 4.8.3. Tanques SLOP.

En esta zona están incluidos los dos tanques slop que se encuentran en la zona más a popa de la zona de carga, es decir desde el mamparo de proa de la cámara de bombas hacia proa. Estos tanques tendrán una eslora de 8 m y una manga de 11 m. Su capacidad se incluye dentro de la capacidad de carga del buque, y debe de ser, siguiendo la “Regla 29; 2.3; MARPOL”, mayor del 3% de la carga total.

La carga total de los tanques es de 52894,40 t, y para cumplir con lo establecido por MARPOL, los tanques SLOPS tendrán una capacidad superior a 1538 m<sup>3</sup>.

Regla MARPOL	Capacidad de los tanques
>1538 m <sup>3</sup>	2208,4 m <sup>3</sup>

#### 4.9. Resumen de la posición de los mamparos.

A continuación se presenta un cuadro resumen, con la posición longitudinal de cada mamparo y la cuaderna en la que está situado.

	Posición desde P. popa (m)	Cuaderna
Mamparo Popa	7,2	12
Mamparo proa C. Maq	31	46
Mamparo SLOP	39	56
Mamparo T. CARGA 6	63	86
Mamparo T. CARGA 5	87	116
Mamparo T. CARGA 4	111	146
Mamparo T. CARGA 3	135	176
Mamparo T. CARGA 2	159	206
Mamparo de colisión	183	236

## 5. ESTIMACIÓN DE LOS CONSUMOS Y CAPACIDADES DE LOS TANQUES.

### 5.1. Tanque de Fuel Oil.

La cantidad necesaria de FO viene dada por el consumo del motor principal. El buque estará propulsado por un motor de 2 T y 8 cilindros en línea, directamente acoplado sobre el eje, con una potencia máxima de 10185 kW a 127 rpm, con un consumo específico de 170 g/kW/h (al 100% de MCR).

Por otro lado la densidad de fuel es de 0.94 T/m<sup>3</sup>.

El volumen necesario para el fuel oil se puede determinar mediante la expresión:

$$V_{FO} = \left[ \frac{(Ce * Potencia (kW) * Autonomía)}{V_s} \right] * 10^{-6} * Permeabilidad * \frac{1}{\rho}$$

La autonomía de nuestro es de 9000 millas, un dato específico de las RPA, lo que corresponde en días a:

$$Autonomía = \frac{Millas}{Vel (knots) * 24} = \frac{9000}{15 * 24} = 25 \text{ días}$$

La velocidad de servicio del buque es de 15 nudos. Y la permeabilidad será de 1,1.

Con estos datos podemos calcular el volumen de los tanques de combustible:

$$V_{FO} = \left[ \frac{(170 * 10185 * 9000)}{15} \right] * 10^{-6} * 1,1 * \frac{1}{0,94} = 1215,70 \text{ m}^3$$

La cantidad de Fuel Oil estimada, se incrementará un 10%, dejando así un margen.

$$V_{FO} = 1215,70 * 1,1 = 1337,30 \text{ m}^3$$

#### 5.1.1. Tanque de sedimentación de FO.

Este tanque tiene la misión de separar por sedimentación los elementos más pesados de Fuel Oil, obteniendo uno más refinado, que seguidamente y tras pasar por este proceso se trasiega al tanque de uso diario. Los elementos

separados del Fuel Oil, van directamente al tanque de lodos, situados en el doble fondo de la cámara de máquinas.

La capacidad del tanque de sedimentación, deberá ser equivalente a 24 horas de consumo como mínimo, ya que su aportación al tanque de uso diario coincide con el consumo diario.

Por lo que finalmente, como la autonomía del buque se ha marcado como 25 días de navegación, tenemos:

$$V_{T. Sed. FO} = \frac{1337,30}{25} = 53,50 \text{ m}^3$$

Por tanto, se dispondrá de dos tanques de sedimentación de FO de 54 m<sup>3</sup> cada uno, situándolos uno a babor y otro a estribor.

#### **5.1.2. Tanque de uso diario de FO.**

La misión principal del tanque de uso diario, es abastecer al motor principal de combustible, ya más refinado, tras su estancia en el tanque de sedimentación.

De la misma manera que el tanque de sedimentación, se lleva a cabo el dimensionamiento del tanque de uso diario.

$$V_{T. UD FO} = \frac{1337,30}{25} = 53,50 \text{ m}^3$$

También tendremos dos tanques de uso diario de FO, de 27 m<sup>3</sup> de capacidad, uno a babor y otro a estribor.

#### **5.1.3. Tanque almacén de FO.**

La capacidad del tanque almacén de Fuel Oil, se puede determinar directamente como la capacidad requerida, menos las capacidades de los tanques de uso diario y sedimentación.

$$V_{T. FO} = 1337,30 - 107 = 1230,3 \text{ m}^3$$

Dichos tanques se dispondrán de manera doble y simétrica, respecto al eje de crujía, y el combustible irá dividido en 4 tanques.



## 5.2. Tanque de Diésel Oil.

El Diésel Oil se utiliza como sistema alternativo de alimentación de combustible, tanto para el motor principal como los auxiliares y calderas. Su autonomía debe ser la suficiente para cubrir las necesidades durante 3 días.

A falta de algunos datos, se tomará un valor similar al del buque base “Dan Sabiá”.

$$V_{DO} = 284,7 \text{ m}^3$$

### 5.2.1. Tanque de sedimentación de DO.

De igual manera que con el Fuel Oil, también necesitamos un tanque de sedimentación de DO, y su capacidad se calcula:

$$V_{T. \text{ Sed. DO}} = \frac{284,7}{25} = 11,4 \text{ m}^3$$

Disponemos de un tanque de sedimentación de DO, de 11,4 m<sup>3</sup> de capacidad.

### 5.2.2. Tanque de uso diario de DO.

La capacidad del tanque de uso diario de DO es el mismo que la capacidad del tanque de sedimentación:

$$V_{T. \text{ UD DO}} = \frac{284,7}{25} = 11,4 \text{ m}^3$$

Tenemos un tanque de uso diario de DO.

### 5.2.3. Tanque almacén de DO.

En este tanque se dispondrá la cantidad de Diésel Oil requerida anteriormente, excepto la cantidad correspondiente a los tanques de sedimentación y uso diario. Por tanto:

$$V_{T. \text{ DO}} = 284,7 - 22,8 = 261,9 \text{ m}^3$$

La capacidad irá distribuida en dos tanques simétricos respecto a crujía, de 131 m<sup>3</sup> cada uno.

### 5.3. Tanque de Aceite.

Se pueden utilizar distintos tipos de aceite, por ejemplo lubricación de motores, hidráulico y térmico.

Las cantidades a transportar son recomendadas por los suministradores de los equipos.

El aceite que se utiliza para la lubricación de los motores se supone el 5% del peso del combustible

$$m_{aceite} = (284,7 + 1337,30) * 0,05 = 81,1 \text{ t}$$

$$Volumen_{aceite \text{ Lubric.}} = 81,1/0,92 = 88 \text{ m}^3$$

Aplicando un 10 % de margen, tenemos 97 m<sup>3</sup>.

Por otro lado, calcularemos la cantidad de aceite hidráulico y térmico según el buque base. El “Dan Sabiá” lleva una capacidad total de aceite de 123,2 m<sup>3</sup>, por tanto tenemos:

$$Volumen_{aceite \text{ Hidr.y Térm}} = 123,2 - 97 = 26,2 \text{ m}^3$$

Aplicando un 10% de margen, tenemos 29 m<sup>3</sup> de aceite hidráulico y térmico.

Se instalarán dos tanques uno correspondiente al aceite lubricante (97 m<sup>3</sup>) y otro de aceite hidráulico y térmico (29 m<sup>3</sup>).

### 5.4. Tanque de agua dulce.

La estimación de agua dulce es de 160 L/persona, aquí se incluye el agua para consumo de la tripulación y el agua técnica. Sabiendo que hay 20 tripulantes y que la autonomía es de 25 días, el volumen necesario de agua dulce es de 80 m<sup>3</sup>. Aplicando un margen de 10%, tenemos una capacidad de 88 m<sup>3</sup>.

Se opta por instalar dos tanques de agua dulce de 50 m<sup>3</sup> cada uno una a babor y otro a estribor.

### 5.5. Tanque de agua de lastre.

Los tanques de lastre, que se llenan de agua de mar, cumplen la función de facilitar la navegación del buque, cuando no se satisface los requerimientos

de estabilidad y trimados, bien por falta de carga o bien por haber gastado los consumos.

Se utilizarán como tanques de lastre aquellas zonas inservibles para otro uso, como el doble fondo y el doble costado vacío. Tanto los tanques de lastre de doble fondo como los de costado son simétricos encontrándose divididos por crujía con el fin de limitar la superficie libre que se produce como consecuencia de su llenado.

El agua de lastre que se ha de llevar es la mínima posible, basta con garantizar un calado mínimo para que la hélice vaya sumergida. Este calado se puede estimar como un 10% más que el diámetro de la hélice.

$$m_{agua\ de\ lastre} = \Delta_{mín} - PR$$

$$\Delta_{mín} = 34402\ t. \text{ Valor obtenido de Maxsurf, para un calado de 6,6 m.}$$

$$PR = \Delta - DWT = 70413 - 55\ 000 = 15413\ t$$

Por tanto:

$$m_{agua\ de\ lastre} = 34402 - 15413 = 18989\ t$$

$$Volumen_{agua\ de\ lastre} = \frac{18989}{1,025} = 18526\ m^3$$

## 5.6. Tanque de aguas residuales.

Hay que considerar las cantidades mínimas de aguas residuales, que de acuerdo con la ISO 15749-1:2004.

Según la Tabla 2 que aparece en el apartado 4.3. de dicha norma:

Será necesario disponer de un tanque de almacenamiento y retención de aguas residuales de una capacidad igual a:

$$V_{T.Aguas\ Residuales} = 180 * N^{\circ}\ Tripulantes = 180 * 20 = 3600\ L = 3,6\ m^3$$

Aplicando un 10% de margen, tenemos un total de 4 m<sup>3</sup> de aguas residuales.

Se instalará un tanque de aguas residuales de 4 m<sup>3</sup>.

### 5.7. Tanque de lodos.

Según MARPOL “Anexo I” Regla 12.1. la capacidad de los tanques de lodos podrá calcularse con la siguiente fórmula:

$$V_1 = K_1 * C * D$$

Siendo:

- $K_1 = 0,01$ , para buques en los que se purifique el fuel oil.
- $C = \text{consumo diario de fuel oil (t)} = 50,3 \text{ t}$
- $D = \text{duración máxima del viaje entre puertos en los que pueden descargar fangos en tierra. A falta de datos precisos, se utilizar la cifra de 30 días.}$

$$V_{Lodos} = 0,01 * 50,3 * 30 = 15,10 \text{ m}^3$$

Aplicando un 10% de margen, la capacidad del tanque de lodos es de 16,6 m<sup>3</sup>.

Por tanto, se opta por la instalación de un tanque de lodos de 20 m<sup>3</sup>.

### 5.8. Tanque de rebose.

Para estimar el volumen del tanque de rebose, se considera un poco más pequeño que el tanque de lodos, por lo que se tendrá un tanque de rebose de 15 m<sup>3</sup>.

## 5.9. Resumen capacidades de los tanques.

A continuación, tenemos un cuadro resumen con lo estimado en los apartados anteriores.

TANQUE		CAPACIDADES REQUERIDAS (m <sup>3</sup> )	
FUEL OIL	ALMACÉN	1230,3	1337,3
	SEDIMENTACIÓN	54,0	
	USO DIARIO	54,0	
DIESEL OIL	ALMACÉN	261,9	261,9
	SEDIMENTACIÓN	11,4	
	USO DIARIO	11,4	
ACEITE LUBRICANTE		97,0	
ACEITE HIDRÁULICO Y TERMICO		29,0	
AGUA DULCE		88,0	
AGUA DE LASTRE		18526,0	
LODOS		20,0	
REBOSE		15,0	
AGUAS RESIDUALES		4,0	

## 6. PLANO DE COMPARTIMENTADO Y TANQUES.

Para elaborar el plano de compartimentado y tanques tendremos en cuenta lo calculado anteriormente. Por un lado, las capacidades necesarias de los tanques y por otro, y las exigencias del reglamento correspondiente.

Así pues, tenemos en el “Anexo I” el plano de compartimentado y tanques.

## 7. TABLA DE CAPACIDADES Y CENTRO DE GRAVEDAD DE TANQUES Y COMPARTIMENTOS.

Introducimos el compartimentado en el programa “Maxsurf Stability Interprise”. Este programa nos devuelve los volúmenes y centros de gravedad de los tanques. Para ello se ejecuta la función “Tank Calibration” y los resultados obtenidos son los que muestran en el “Anexo II”.

Además, a continuación se presenta un cuadro resumen con las capacidades requeridas, las que realmente llevamos, el peso, los centros de

gravidad de cada tanque, la densidad del líquido que lleva cada uno, y por último las cuadernas en las que están situados.

FUEL OIL	Capacidad requerida (m <sup>3</sup> )	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Peso (t)	LCG	TCG	VCG	$\rho$ (t/m <sup>3</sup> )	Cuaderna
T. ALMACÉN 1 FO ER	384	384,16	362,76	35,00	2,50	6,90	0,944	46-56
T. ALMACÉN 1 FO BR	384	384,16	362,76	35,00	-2,50	6,90	0,944	46-56
T. ALMACÉN FO 2 BR	231	236,94	223,74	28,90	-7,78	13,66	0,944	40-46
T. ALMACÉN FO 2 ER	231	236,94	223,74	28,90	7,78	13,66	0,944	40-46
T. SEDIMENTACIÓN FO BR	27	32,11	30,32	28,90	-1,00	17,45	0,944	40-46
T. SEDIMENTACIÓN FO ER	27	32,11	30,32	28,90	1,00	17,45	0,944	40-46
T. UD FO BR	27	32,11	30,32	28,90	-3,00	17,45	0,944	40-46
T. UD FO ER	27	32,11	30,32	28,90	3,00	17,45	0,944	40-46
<b>TOTAL</b>	<b>1337,30</b>	<b>1370,64</b>	<b>1294,28</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

DIESEL OIL	Capacidad requerida (m <sup>3</sup> )	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Peso (t)	LCG	TCG	VCG	$\rho$ (t/m <sup>3</sup> )	Cuaderna
T. ALMACÉN DO ER	131,00	145,04	121,93	35,00	2,50	13,65	0,840	46-56
T. ALMACÉN DO BR	131,00	145,04	121,93	35,00	-2,50	13,65	0,840	46-56
T. SEDIMENTACIÓN DO	11,40	16,05	13,48	28,90	-4,50	15,45	0,840	40-46
T. UD DO	11,40	16,05	13,48	28,90	4,50	15,45	0,840	40-46
<b>TOTAL</b>	<b>284,70</b>	<b>322,18</b>	<b>270,82</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

ACEITE	Capacidad requerida (m <sup>3</sup> )	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Peso (t)	LCG	TCG	VCG	$\rho$ (t/m <sup>3</sup> )	Cuaderna
ACEITE LUBRICANTE	97	107,64	99,02	18,85	0,00	1,10	0,920	23-34
ACEITE HIDRÁUL. Y TER.	29	31,10	28,61	13,57	0,00	1,21	0,920	19-23

AGUA DULCE	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Capacidad requerida (m <sup>3</sup> )	Peso (t)	LCG	TCG	VCG	$\rho$ (t/m <sup>3</sup> )	Cuaderna
T. AGUA DULCE BR	52,55	50	52,55	3,76	-10,70	18,18	1,00	(-8)-12
T. AGUA DULCE ER	52,55	50	52,55	3,76	10,70	18,18	1,00	(-8)-12
<b>TOTAL</b>	<b>105,10</b>	<b>100</b>	<b>105,10</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

AGUA DE LASTRE	Capacidad requerida (m <sup>3</sup> )	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Peso (t)	LCG	TCG	VCG	$\rho$ (t/m <sup>3</sup> )	Cuaderna
T. LASTRE DC Y DF N°1 ER	-	1812,50	1857,80	170,56	11,04	7,99	1,025	206-336
T. LASTRE DC Y DF N°1 BR	-	1812,50	1857,80	170,56	-11,04	7,99	1,025	206-336
T. LASTRE DC Y DF N°2 ER	-	1522,20	1560,20	147,00	11,59	6,23	1,025	176-206
T. LASTRE DC Y DF N°2 BR	-	1522,20	1560,20	147,00	-11,59	6,23	1,025	176-206
T. LASTRE DC Y DF N°3 ER	-	1519,60	1557,60	123,00	11,59	6,23	1,025	146-176
T. LASTRE DC Y DF N°3 BR	-	1519,60	1557,60	123,00	-11,59	6,23	1,025	146-176
T. LASTRE DC Y DF N°4 ER	-	1517,40	1555,30	99,00	11,59	6,24	1,025	116-146
T. LASTRE DC Y DF N°4 BR	-	1517,40	1555,30	99,00	-11,59	6,24	1,025	116-146
T. LASTRE DC Y DF N°5 ER	-	1515,40	1555,30	75,00	11,58	6,24	1,025	86-116
T. LASTRE DC Y DF N°5 BR	-	1515,40	1555,30	75,00	-11,58	6,24	1,025	86-116
T. LASTRE DC Y DF N°6 ER	-	1481,60	1518,70	51,20	11,50	6,30	1,025	56-86
T. LASTRE DC Y DF N°6 BR	-	1481,60	1518,70	51,20	-11,50	6,30	1,025	56-86
T. LASTRE DC Y DF N°7 ER	-	434,30	445,20	35,00	11,00	7,25	1,025	46-56
T. LASTRE DC Y DF N°7 BR	-	434,30	445,20	35,00	-11,00	7,25	1,025	46-56
T. LASTRE POPA BR	-	335,34	343,72	1,66	-3,67	13,74	1,025	(-8)-12
T. LASTRE POPA ER	-	335,34	343,72	1,66	3,67	13,74	1,025	(-8)-12
PIQUE DE POPA	-	342,25	350,81	3,54	0,00	9,38	1,025	(-8)-12
PIQUE DE PROA	-	231,06	236,84	192,46	0,00	7,27	1,025	248-256
TOTAL	18526	20849,99	21375,3	-	-	-	-	-

OTROS TANQUES	Capacidad requerida (m <sup>3</sup> )	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Peso (t)	LCG	TCG	VCG	$\rho$ (t/m <sup>3</sup> )	Cuaderna
T. LODOS	20	31,22	28,10	23,65	0,00	1,05	0,900	34-37
T. REBOSE	15	21,02	18,91	25,40	0,00	1,04	0,900	37-39
T. AGUAS RESIDUALES	4	5,43	4,53	26,45	0,00	1,01	1,000	39-40



A continuación, se muestra una tabla resumen de las capacidades requeridas y las capacidades reales.

TANQUE	CAPACIDADES REQUERIDAS (m <sup>3</sup> )	CAPACIDADES REALES (m <sup>3</sup> )
FUEL OIL	1337	1370,64
DIESEL OIL	285	322,18
ACEITE LUBRICANTE	97	107,64
ACEITE HIDRÁULICO Y TERMICO	29	31,10
AGUA DULCE	88	100,00
AGUA DE LASTRE	18526	20850,00
LODOS	20	31,22
REBOSE	15	21,02
AGUAS RESIDUALES	4	5,43

## 8. PLANO DE ZONA ESTANCA Y JUSTIFICACIÓN.

Para la determinación de la zona estanca del buque se ha hecho un plano con la vista de perfil del buque. Todas las aberturas que queden sumergidas cuando el barco tiene una escora máxima de 40° a plena carga serán estancas al agua.

Para representarlo en el plano, se rallará la zona estanca. Al final se anexa el plano ("Anexo III").

## 9. DEFINICIÓN DE LOS PUNTOS DE INUNDACIÓN PROGRESIVA.

Para ver los posibles puntos de inundación progresiva no quedan sumergidos con escoras inferiores o iguales a los 40° se utiliza también, el subprograma "Maxsurf Stability Interprise". En él se introducen las formas del barco con superestructuras.

Se determinan como posibles puntos de inundación la ventilación de cámara de máquinas y las puertas de entrada a la zona de habitación. Las coordenadas en el buque de estos puntos son las siguientes:

	P. Long.	P. Vertical	P. Transversal
PIP Ventilación de la C. Maq.	19,1	19,4	0
PIP Habitación	21,6	26,9	0

El plano de zona estanca y PIP (“Anexo III”) se presenta al final del cuaderno.

## **10. TABLAS DE CARACTERÍSTICAS HIDROSTÁTICAS.**

Conocidas ya las formas del buque se utiliza el programa “Maxsurf Stability Interprise”, para obtener las tablas de características hidrostáticas. Para ello se selecciona la aplicación “Upright hydrostatics” y se configura para que realice los cálculos para 9 calados diferentes variando, desde 2,75 hasta 12,56 m. Se repite la operación para trimados de -1,5%, -1%, -0,5%, 0%, 0,5%, 1%, 1,5%. Las tablas que así se obtienen se presentan en el “Anexo IV”.

## **11. TABLAS DE BRAZOS DE ADRIZAMIENTO (KN).**

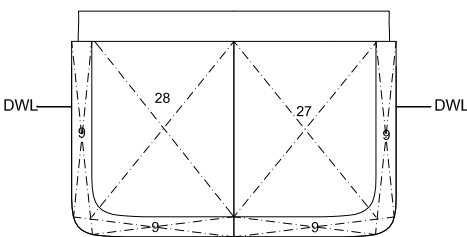
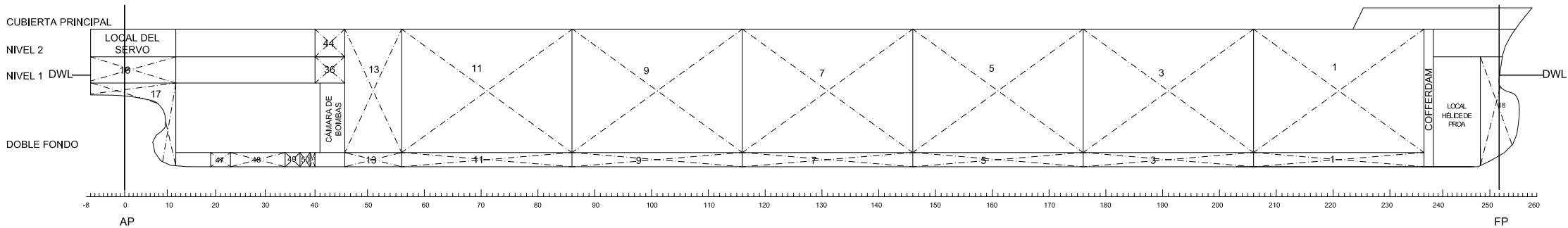
De la misma manera que en el apartado anterior, se usa el programa “Maxsurf Stability Interprise” para obtener las tablas de valores de KN. Los cálculos se realizan para quince desplazamientos diferentes variando desde 13400 t hasta 68400 t y ángulos de escora desde 5° a 55° en intervalos de 10°. Al igual que antes, hay una tabla para cada trimado, siendo estos los mismos que los anteriores. Los resultados se presentan en el “Anexo V”.

## **12. BIBLIOGRAFÍA.**

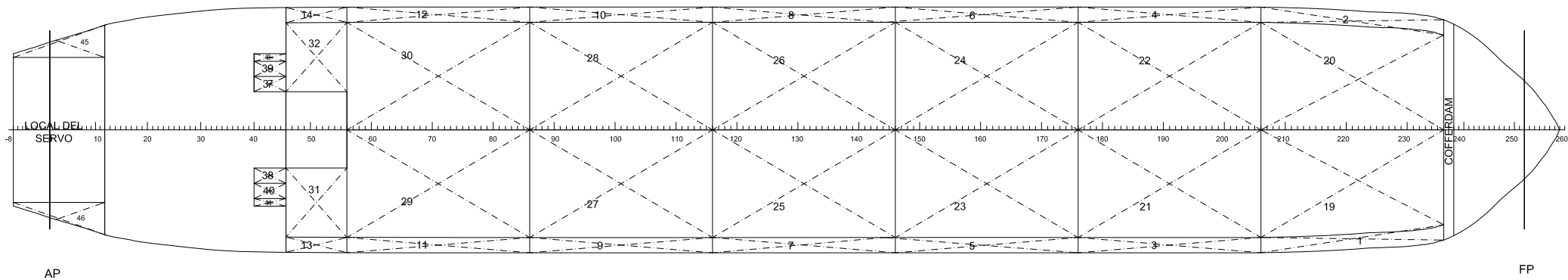
- [1] Fernando Junco Ocampo; “Proyectos de Buques y Artefactos”, Ed. Universidade da Coruña Escola Politécnica Superior, 2003.
- [2] Ricardo Alvariño Castro, Juan José Azpíroz y Manuel Meizoso; “El proyecto básico del buque mercante”, Ed. Fondo Editorial de Ingeniería Naval; Pub 1997.
- [3] “Det Norske Veritas”, Rules for Ships, Pt.3, Ch.1, Sec.3; A301. January 2009.
- [4] “Det Norske Veritas”, Rules for Ships, Pt.3, Ch.1, Sec.3; A400. January 2009.
- [5] “MARPOL”, Anexo I, Regla 18. Edición refundida 2011.
- [6] “MARPOL”, Anexo I, Regla 19; 3.2. Edición refundida 2011.
- [7] “MARPOL”, Anexo I, Regla 26; 4.2. Edición refundida 2011.
- [8] “MARPOL”, Anexo I, Regla 29; 2.3. Edición refundida 2011.
- [9] “MARPOL”, Anexo I, Regla 12.1. Edición refundida 2011.

# **ANEXO I**

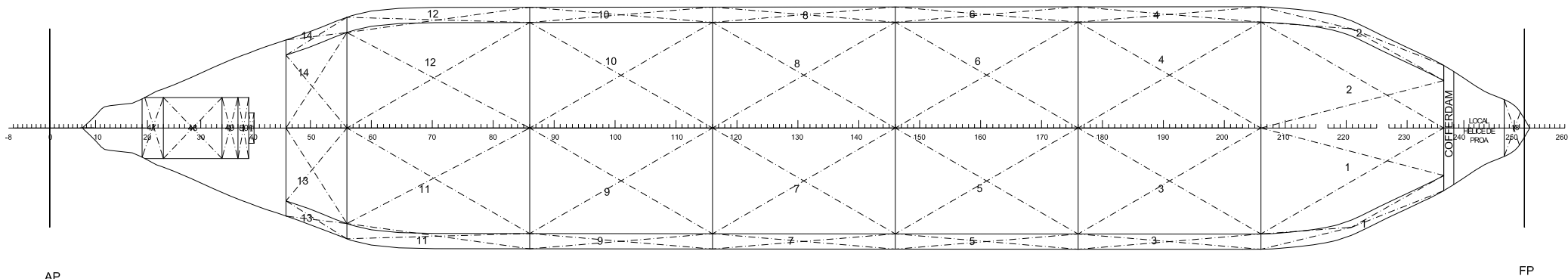
## **Plano de compartimentado de tanques**



CUBIERTA PRINCIPAL

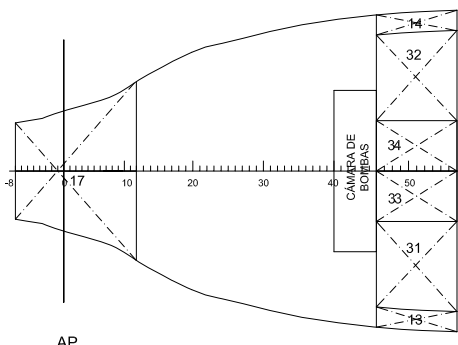
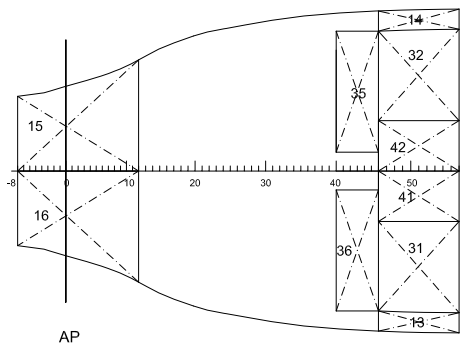


DOBLE FONDO



NIVEL 2

NIVEL 1



Nº	COMPARTIMENTO	VOLUMEN (m3) (98%)	PESO (t) (98%)	DENSIDAD	CUADERNA
1	T. LASTRE DC Y DF Nº1 ER	1776,20	1820,60	1,025	206-336
2	T. LASTRE DC Y DF Nº1 BR	1776,20	1820,60	1,025	206-336
3	T. LASTRE DC Y DF Nº2 ER	1491,74	1529,00	1,025	176-206
4	T. LASTRE DC Y DF Nº2 BR	1491,74	1529,00	1,025	176-206
5	T. LASTRE DC Y DF Nº3 ER	1489,20	1526,40	1,025	146-176
6	T. LASTRE DC Y DF Nº3 BR	1489,20	1526,40	1,025	146-176
7	T. LASTRE DC Y DF Nº4 ER	1487,00	1524,20	1,025	116-146
8	T. LASTRE DC Y DF Nº4 BR	1487,00	1524,20	1,025	116-146
9	T. LASTRE DC Y DF Nº5 ER	1485,10	1522,30	1,025	86-116
10	T. LASTRE DC Y DF Nº5 BR	1485,10	1522,30	1,025	86-116
11	T. LASTRE DC Y DF Nº6 ER	1452,00	1488,30	1,025	56-86
12	T. LASTRE DC Y DF Nº6 BR	1452,00	1488,30	1,025	56-86
13	T. LASTRE DC Y DF Nº7 ER	425,60	436,30	1,025	46-56
14	T. LASTRE DC Y DF Nº7 BR	425,60	436,30	1,025	46-56
15	T. LASTRE POPA BR	328,63	336,85	1,025	(-8)-12
16	T. LASTRE POPA ER	328,63	336,85	1,025	(-8)-12
17	PIQUE DE POPA	335,41	343,80	1,025	(-8)-12
18	PIQUE DE PROA	226,60	232,27	1,025	248-256
19	T. CARGA Nº1 ER	4429,90	3366,74	0,760	206-336
20	T. CARGA Nº1 BR	4429,90	3366,74	0,760	206-336
21	T. CARGA Nº2 ER	5416,50	4116,54	0,760	176-206
22	T. CARGA Nº2 BR	5416,50	4116,54	0,760	176-206
23	T. CARGA Nº3 ER	5692,20	4838,40	0,850	146-176
24	T. CARGA Nº3 BR	5692,20	4838,40	0,850	146-176
25	T. CARGA Nº4 ER	5692,20	4838,40	0,850	116-146
26	T. CARGA Nº4 BR	5692,20	4838,40	0,850	116-146
27	T. CARGA Nº5 ER	5686,73	4549,38	0,800	86-116
28	T. CARGA Nº5 BR	5686,73	4549,38	0,800	86-116
29	T. CARGA Nº6 ER	5628,75	4503,00	0,800	56-86
30	T. CARGA Nº6 BR	5628,75	4503,00	0,800	56-86
31	T. SLOP ER	1039,52	998,39	0,913	46-56
32	T. SLOP BR	1039,52	998,39	0,913	46-56
33	T. ALMACÉN 1 FO ER	376,48	355,51	0,944	46-56
34	T. ALMACÉN 1 FO BR	376,48	355,51	0,944	46-56
35	T. ALMACÉN FO 2 BR	232,20	219,27	0,944	40-46
36	T. ALMACÉN FO 2 ER	232,20	219,27	0,944	40-46
37	T. SEDIMENTACIÓN FO BR	31,46	29,71	0,944	40-46
38	T. SEDIMENTACIÓN FO ER	31,46	29,71	0,944	40-46
39	T. UD FO BR	31,46	29,71	0,944	40-46
40	T. UD FO ER	31,46	29,71	0,944	40-46
41	T. ALMACÉN DO ER	142,14	119,40	0,840	46-56
42	T. ALMACÉN DO BR	142,14	119,40	0,840	46-56
43	T. SEDIMENTACIÓN DO	15,73	13,21	0,840	40-46
44	T. UD DO	15,73	13,21	0,840	40-46
45	T. AGUA DULCE BR	51,50	51,50	1,000	(-8)-12
46	T. AGUA DULCE ER	51,50	51,50	1,000	(-8)-12
47	T. ACEITE HIDR. Y TÉRMICO	30,48	28,04	0,920	19-23
48	T. ACEITE LUBRICANTE	105,48	97,04	0,920	23-34
49	T. LODOS	30,60	27,54	0,900	34-37
50	T. REBOSE	20,60	18,54	0,900	37-39
51	T. AGUAS RESIDUALES	5,32	5,32	1,000	39-40

CARACTERÍSTICAS

LOA.....203,00 m  
Lpp.....193,60 m  
Lwl.....198,40 m  
B.....32,20 m  
D.....19,40 m  
T.....12,90 m



Escola Politécnica Superior  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto Nº: 14-102

Proyecto: PETROLERO DE PRODUCTOS DE 55000 TPM

Fecha: SEP 2014

Título del Plano: PLANO CAPACIDADES

Plano Nº: 1/2

ESCALA 1:750

Autor: LETICIA Mª GUZMÁN GARCÍA

Firma:

# **ANEXO II**

## **Capacidades de los tanques y c.d.g.**

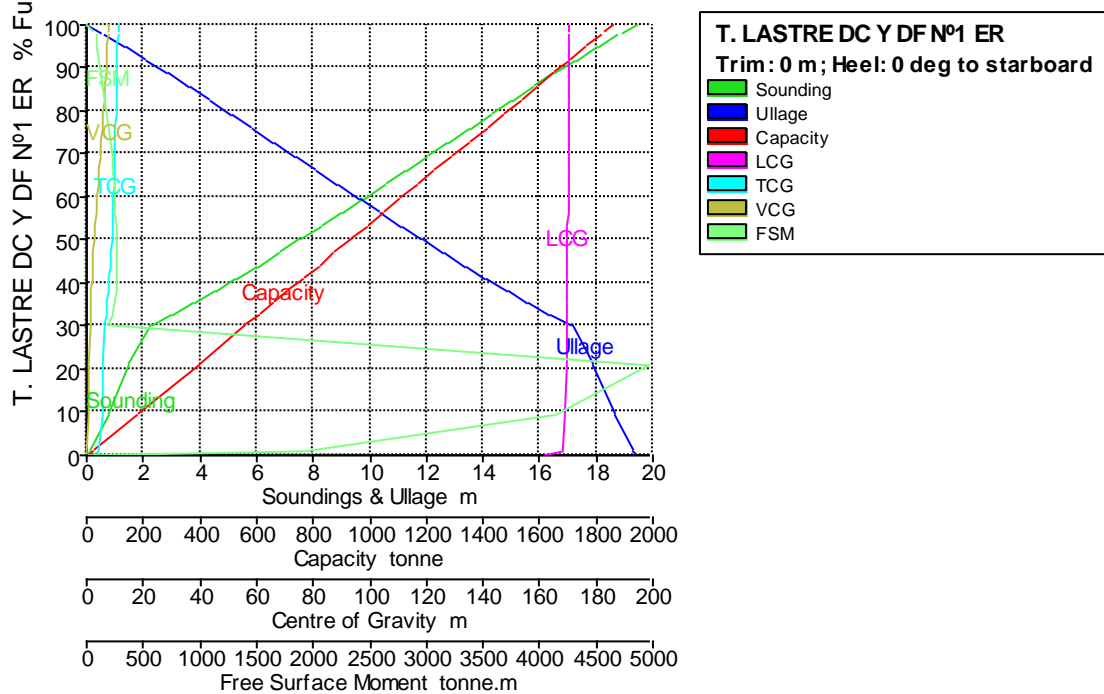
## Tank Calibrations - 1. Metiendo tanques. Stability 20.00.01.59, build: 59

### Tank Calibrations - T. LASTRE DC Y DF N°1 ER

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

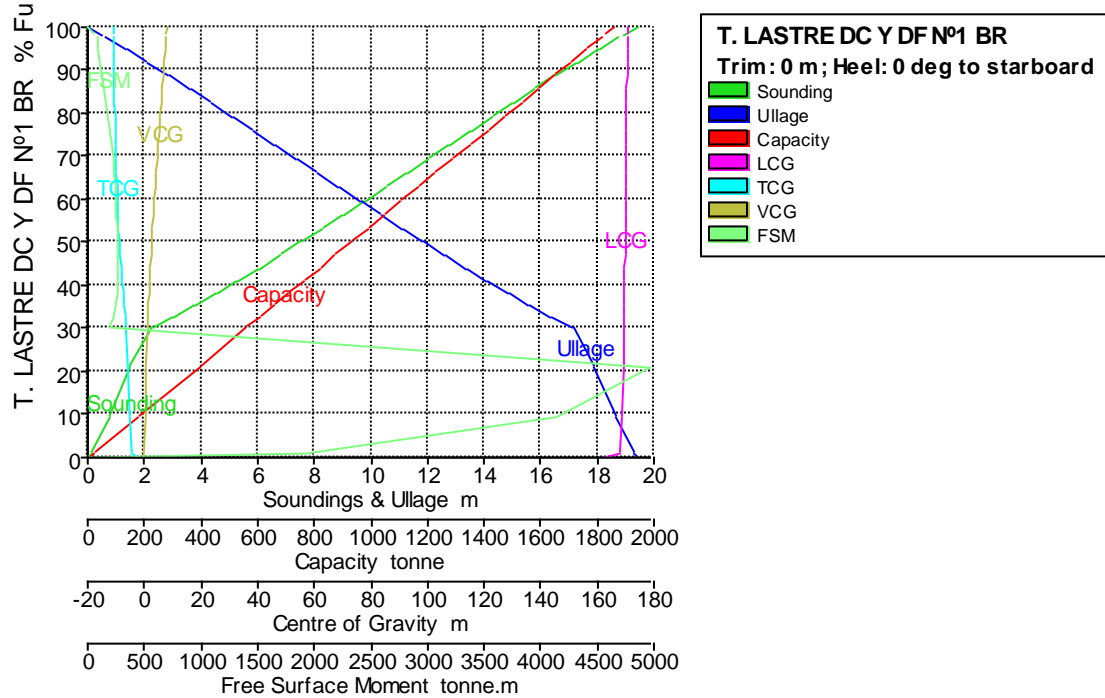


Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. LASTRE DC Y DF N°1 ER	19,400	0,000	100,000	1812,456	1857,767	170,561	11,039	7,985	0,000
	18,856	0,544	98,000	1776,207	1820,612	170,546	10,979	7,758	78,486
	18,830	0,570	97,900	1774,394	1818,754	170,546	10,976	7,746	78,905
	18,750	0,650	97,602	1768,996	1813,221	170,543	10,967	7,713	80,159
	18,000	1,400	94,749	1717,291	1760,223	170,522	10,881	7,392	92,448
	17,250	2,150	91,813	1664,076	1705,678	170,498	10,789	7,064	105,694
	16,500	2,900	88,796	1609,384	1649,618	170,471	10,692	6,731	120,182
	15,750	3,650	85,697	1553,213	1592,044	170,441	10,588	6,391	135,922
	15,000	4,400	82,526	1495,756	1533,150	170,408	10,478	6,046	152,423
	14,250	5,150	79,294	1437,171	1473,100	170,370	10,360	5,697	170,265
	13,500	5,900	76,000	1377,470	1411,907	170,327	10,234	5,342	189,034
	12,750	6,650	72,668	1317,074	1350,000	170,279	10,100	4,985	207,462
	12,000	7,400	69,313	1256,259	1287,666	170,226	9,956	4,628	227,055
	11,250	8,150	65,970	1195,671	1225,563	170,168	9,803	4,273	236,614
	10,500	8,900	62,683	1136,102	1164,504	170,111	9,640	3,927	243,580
	9,750	9,650	59,451	1077,531	1104,469	170,054	9,464	3,590	249,442
	9,000	10,400	56,275	1019,963	1045,462	169,998	9,274	3,263	255,082
	8,250	11,150	53,141	963,158	987,237	169,940	9,066	2,947	261,252
	7,500	11,900	50,043	907,003	929,678	169,879	8,836	2,642	266,392
	6,750	12,650	46,977	851,431	872,716	169,813	8,580	2,349	270,389
	6,000	13,400	43,951	796,593	816,508	169,742	8,294	2,072	271,535
	5,250	14,150	40,979	742,719	761,287	169,668	7,973	1,814	268,244
	4,500	14,900	38,080	690,185	707,439	169,592	7,613	1,581	260,764
	3,750	15,650	35,279	639,424	655,409	169,520	7,210	1,379	250,490
	3,000	16,400	32,621	591,241	606,022	169,459	6,762	1,216	231,890
	2,250	17,150	30,200	547,368	561,052	169,429	6,285	1,102	193,968
	1,500	17,900	21,153	383,389	392,974	169,278	5,930	0,812	4961,257
	0,750	18,650	9,348	169,430	173,666	168,923	5,397	0,409	4122,633
	0,118	19,282	1,000	18,125	18,578	167,855	4,119	0,065	1912,366
	0,000	19,400	0,000	0,000	0,000	161,358	1,525	0,000	0,000



## Tank Calibrations - T. LASTRE DC Y DF N°1 BR

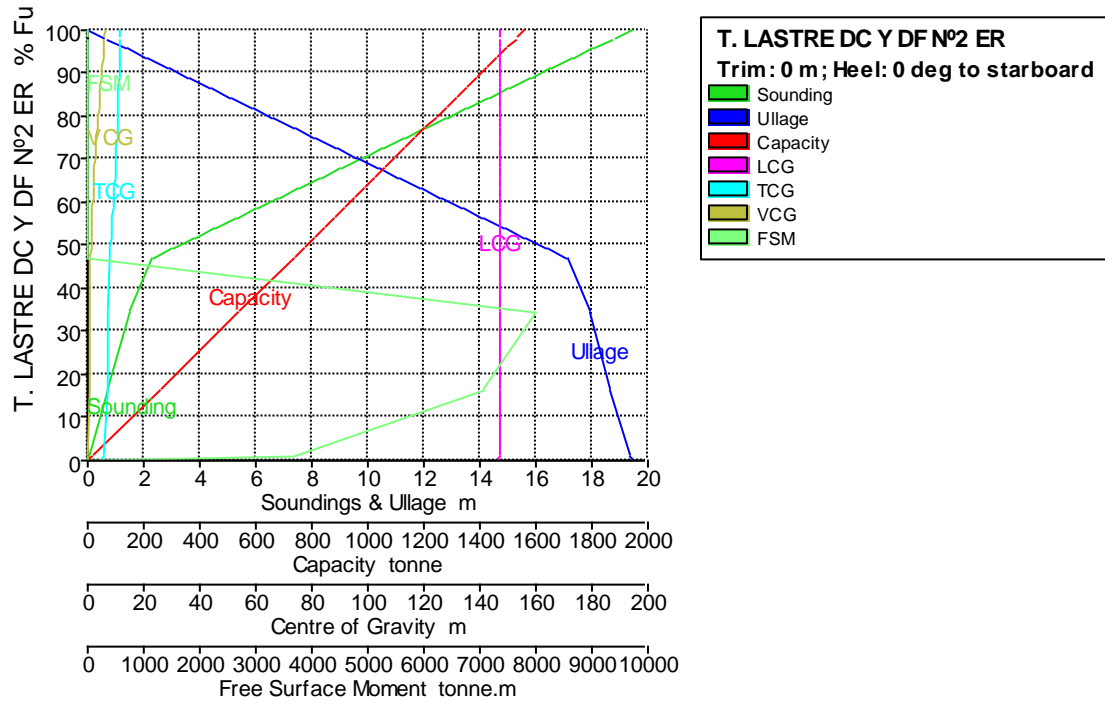
Fluid Type = Water Ballast      Specific gravity = 1,025  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. LASTRE DC Y DF N°1 BR	19,400	0,000	100,000	1812,456	1857,767	170,561	-11,039	7,985	0,000
	18,856	0,544	98,000	1776,207	1820,612	170,546	-10,979	7,758	78,486
	18,830	0,570	97,900	1774,394	1818,754	170,546	-10,976	7,746	78,905
	18,750	0,650	97,602	1768,996	1813,221	170,543	-10,967	7,713	80,159
	18,000	1,400	94,749	1717,291	1760,223	170,522	-10,881	7,392	92,448
	17,250	2,150	91,813	1664,076	1705,678	170,498	-10,789	7,064	105,694
	16,500	2,900	88,796	1609,384	1649,618	170,471	-10,692	6,731	120,182
	15,750	3,650	85,697	1553,213	1592,044	170,441	-10,588	6,391	135,922
	15,000	4,400	82,526	1495,756	1533,150	170,408	-10,478	6,046	152,423
	14,250	5,150	79,294	1437,171	1473,100	170,370	-10,360	5,697	170,265
	13,500	5,900	76,000	1377,470	1411,907	170,327	-10,234	5,342	189,034
	12,750	6,650	72,668	1317,074	1350,001	170,279	-10,100	4,985	207,462
	12,000	7,400	69,313	1256,259	1287,666	170,226	-9,956	4,628	227,055
	11,250	8,150	65,970	1195,672	1225,563	170,168	-9,803	4,273	236,614
	10,500	8,900	62,683	1136,102	1164,504	170,111	-9,640	3,927	243,580
	9,750	9,650	59,451	1077,531	1104,469	170,054	-9,464	3,590	249,442
	9,000	10,400	56,275	1019,963	1045,462	169,998	-9,274	3,263	255,082
	8,250	11,150	53,141	963,158	987,237	169,940	-9,066	2,947	261,252
	7,500	11,900	50,043	907,003	929,678	169,879	-8,836	2,642	266,392
	6,750	12,650	46,977	851,431	872,716	169,813	-8,580	2,349	270,389
	6,000	13,400	43,951	796,593	816,508	169,742	-8,294	2,072	271,535
	5,250	14,150	40,979	742,719	761,287	169,668	-7,973	1,814	268,244
	4,500	14,900	38,080	690,185	707,439	169,592	-7,613	1,581	260,764
	3,750	15,650	35,279	639,424	655,409	169,520	-7,210	1,379	250,490
	3,000	16,400	32,621	591,241	606,022	169,459	-6,762	1,216	231,890
	2,250	17,150	30,200	547,368	561,052	169,429	-6,285	1,102	193,968
	1,500	17,900	21,153	383,389	392,974	169,278	-5,930	0,812	4961,257
	0,750	18,650	9,348	169,430	173,666	168,923	-5,397	0,409	4122,633
	0,118	19,282	1,000	18,125	18,578	167,855	-4,119	0,065	1912,366
	0,000	19,400	0,000	0,000	0,000	161,358	-1,525	0,000	0,000

## Tank Calibrations - T. LASTRE DC Y DF N°2 ER

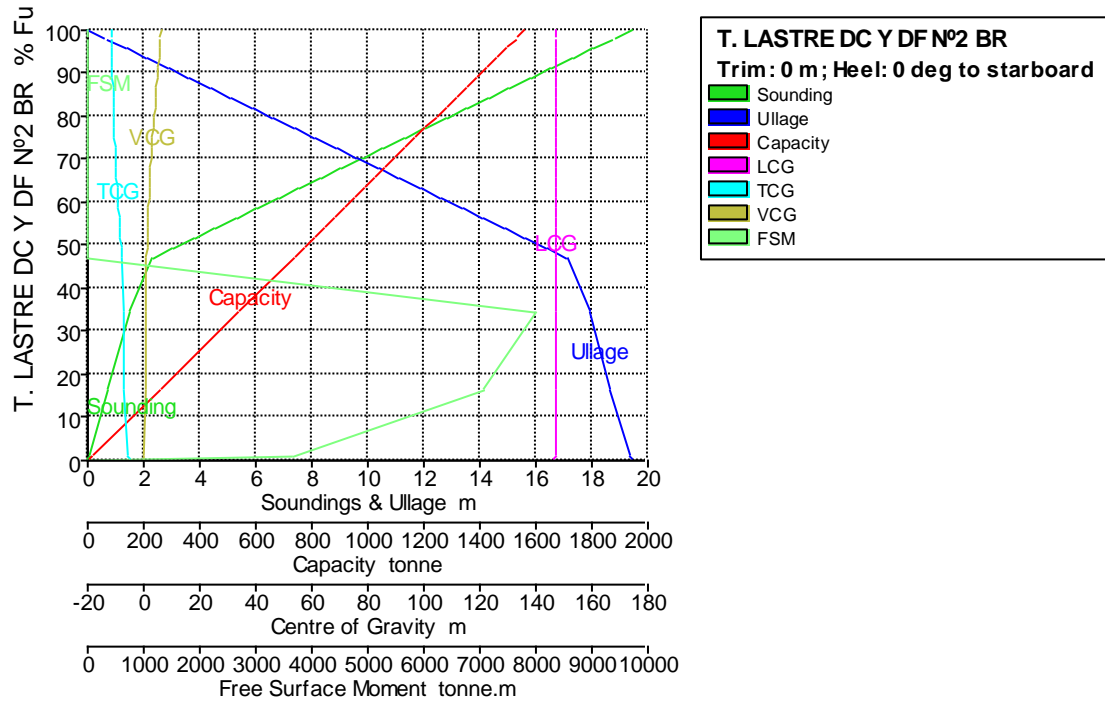
Fluid Type = Water Ballast      Specific gravity = 1,025  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. LASTRE DC Y DF N°2 ER	19,400	0,000	100,000	1522,184	1560,238	147,004	11,591	6,228	0,000
	18,753	0,647	98,000	1491,740	1529,034	147,004	11,520	5,965	16,396
	18,750	0,650	97,992	1491,611	1528,901	147,004	11,519	5,964	16,396
	18,720	0,680	97,900	1490,218	1527,473	147,004	11,516	5,952	16,396
	18,000	1,400	95,674	1456,335	1492,743	147,004	11,433	5,664	16,396
	17,250	2,150	93,357	1421,059	1456,586	147,004	11,341	5,367	16,396
	16,500	2,900	91,039	1385,783	1420,428	147,004	11,246	5,074	16,396
	15,750	3,650	88,722	1350,508	1384,270	147,004	11,145	4,785	16,395
	15,000	4,400	86,404	1315,232	1348,113	147,005	11,039	4,501	16,395
	14,250	5,150	84,087	1279,956	1311,955	147,005	10,927	4,222	16,395
	13,500	5,900	81,769	1244,681	1275,798	147,005	10,809	3,949	16,395
	12,750	6,650	79,452	1209,406	1239,641	147,005	10,684	3,681	16,395
	12,000	7,400	77,135	1174,131	1203,484	147,005	10,551	3,420	16,394
	11,250	8,150	74,817	1138,856	1167,327	147,005	10,410	3,166	16,394
	10,500	8,900	72,500	1103,581	1131,171	147,006	10,260	2,919	16,394
	9,750	9,650	70,183	1068,307	1095,015	147,006	10,100	2,681	16,393
	9,000	10,400	67,865	1033,033	1058,859	147,006	9,930	2,453	16,393
	8,250	11,150	65,548	997,759	1022,703	147,006	9,747	2,234	16,392
	7,500	11,900	63,231	962,486	986,548	147,007	9,551	2,028	16,392
	6,750	12,650	60,913	927,213	950,394	147,007	9,340	1,834	16,390
	6,000	13,400	58,596	891,942	914,241	147,007	9,112	1,654	16,387
	5,250	14,150	56,279	856,674	878,091	147,008	8,865	1,491	16,384
	4,500	14,900	53,962	821,408	841,943	147,008	8,598	1,345	16,379
	3,750	15,650	51,646	786,149	805,803	147,008	8,306	1,221	16,295
	3,000	16,400	49,352	751,232	770,013	147,009	7,991	1,121	15,512
	2,250	17,150	47,130	717,408	735,343	147,009	7,658	1,049	13,188
	1,500	17,900	34,197	520,545	533,559	147,012	7,414	0,777	7991,258
	0,750	18,650	16,260	247,508	253,696	147,019	7,055	0,390	7089,194
	0,057	19,343	1,000	15,222	15,602	147,020	5,710	0,029	3646,372
	0,000	19,400	0,000	0,000	0,000	146,722	4,917	0,000	0,000

## Tank Calibrations - T. LASTRE DC Y DF N°2 BR

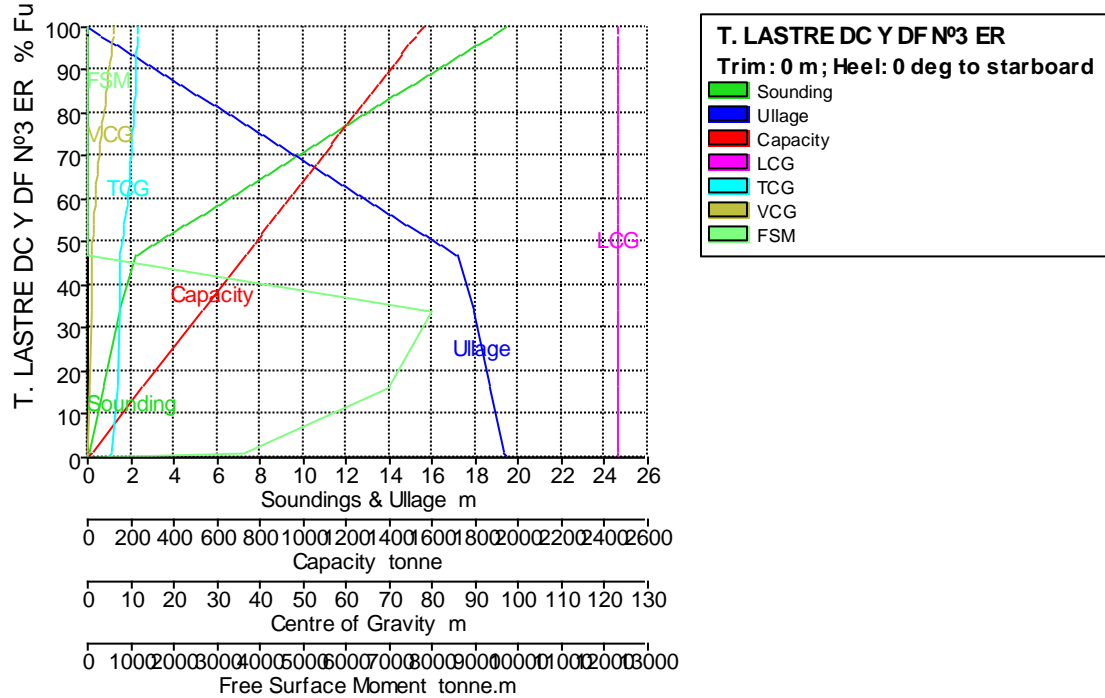
Fluid Type = Water Ballast      Specific gravity = 1,025  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. LASTRE DC Y DF N°2 BR	19,400	0,000	100,000	1522,184	1560,238	147,004	-11,591	6,228	0,000
	18,753	0,647	98,000	1491,740	1529,034	147,004	-11,520	5,965	16,396
	18,750	0,650	97,992	1491,611	1528,901	147,004	-11,519	5,964	16,396
	18,720	0,680	97,900	1490,218	1527,473	147,004	-11,516	5,952	16,396
	18,000	1,400	95,674	1456,335	1492,743	147,004	-11,433	5,664	16,396
	17,250	2,150	93,357	1421,059	1456,586	147,004	-11,341	5,367	16,396
	16,500	2,900	91,039	1385,783	1420,428	147,004	-11,246	5,074	16,396
	15,750	3,650	88,722	1350,508	1384,270	147,004	-11,145	4,785	16,395
	15,000	4,400	86,404	1315,232	1348,113	147,005	-11,039	4,501	16,395
	14,250	5,150	84,087	1279,956	1311,955	147,005	-10,927	4,222	16,395
	13,500	5,900	81,769	1244,681	1275,798	147,005	-10,809	3,949	16,395
	12,750	6,650	79,452	1209,406	1239,641	147,005	-10,684	3,681	16,395
	12,000	7,400	77,135	1174,131	1203,484	147,005	-10,551	3,420	16,394
	11,250	8,150	74,817	1138,856	1167,327	147,005	-10,410	3,166	16,394
	10,500	8,900	72,500	1103,581	1131,171	147,006	-10,260	2,919	16,394
	9,750	9,650	70,183	1068,307	1095,015	147,006	-10,100	2,681	16,393
	9,000	10,400	67,865	1033,033	1058,859	147,006	-9,930	2,453	16,393
	8,250	11,150	65,548	997,759	1022,703	147,006	-9,747	2,234	16,392
	7,500	11,900	63,231	962,486	986,548	147,007	-9,551	2,028	16,392
	6,750	12,650	60,913	927,213	950,394	147,007	-9,340	1,834	16,390
	6,000	13,400	58,596	891,942	914,241	147,007	-9,112	1,654	16,387
	5,250	14,150	56,279	856,674	878,091	147,008	-8,865	1,491	16,384
	4,500	14,900	53,962	821,408	841,943	147,008	-8,598	1,345	16,379
	3,750	15,650	51,646	786,149	805,803	147,008	-8,306	1,221	16,295
	3,000	16,400	49,352	751,232	770,013	147,009	-7,991	1,121	15,512
	2,250	17,150	47,130	717,408	735,343	147,009	-7,658	1,049	13,188
	1,500	17,900	34,197	520,545	533,559	147,012	-7,414	0,777	7991,258
	0,750	18,650	16,260	247,508	253,696	147,019	-7,055	0,390	7089,194
	0,057	19,343	1,000	15,222	15,602	147,020	-5,710	0,029	3646,372
	0,000	19,400	0,000	0,000	0,000	146,722	-4,917	0,000	0,000

## Tank Calibrations - T. LASTRE DC Y DF N°3 ER

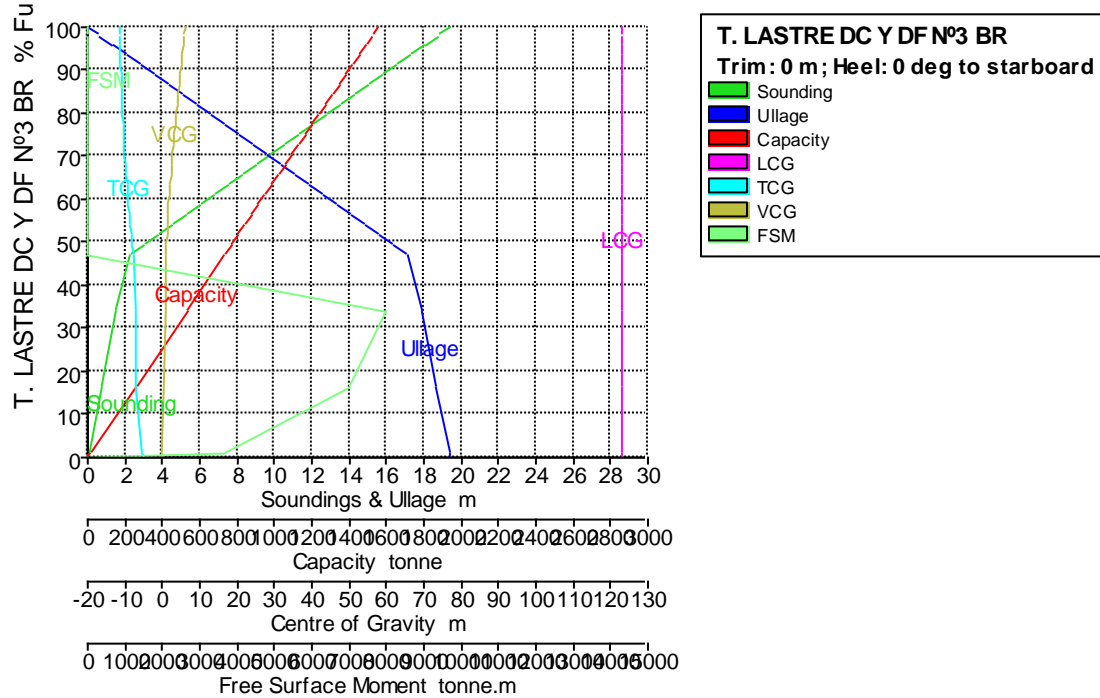
Fluid Type = Water Ballast      Specific gravity = 1,025  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. LASTRE DC Y DF N°3 ER	19,400	0,000	100,000	1519,604	1557,594	123,003	11,586	6,237	0,000
	18,754	0,646	98,000	1489,212	1526,443	123,003	11,514	5,975	16,399
	18,750	0,650	97,988	1489,029	1526,255	123,003	11,514	5,973	16,399
	18,722	0,678	97,900	1487,693	1524,885	123,003	11,511	5,962	16,399
	18,000	1,400	95,666	1453,751	1490,095	123,003	11,427	5,672	16,399
	17,250	2,150	93,345	1418,472	1453,934	123,003	11,336	5,375	16,399
	16,500	2,900	91,023	1383,194	1417,774	123,004	11,239	5,081	16,399
	15,750	3,650	88,702	1347,915	1381,613	123,004	11,138	4,792	16,399
	15,000	4,400	86,380	1312,637	1345,453	123,004	11,032	4,508	16,399
	14,250	5,150	84,059	1277,358	1309,292	123,004	10,920	4,229	16,399
	13,500	5,900	81,737	1242,080	1273,132	123,004	10,801	3,955	16,399
	12,750	6,650	79,416	1206,801	1236,971	123,004	10,675	3,687	16,399
	12,000	7,400	77,094	1171,523	1200,811	123,004	10,542	3,425	16,399
	11,250	8,150	74,772	1136,244	1164,650	123,004	10,400	3,170	16,399
	10,500	8,900	72,451	1100,966	1128,490	123,004	10,250	2,923	16,399
	9,750	9,650	70,129	1065,687	1092,329	123,005	10,089	2,685	16,399
	9,000	10,400	67,808	1030,409	1056,169	123,005	9,918	2,456	16,399
	8,250	11,150	65,486	995,130	1020,008	123,005	9,734	2,237	16,399
	7,500	11,900	63,165	959,852	983,849	123,005	9,537	2,030	16,396
	6,750	12,650	60,843	924,579	947,693	123,005	9,325	1,836	16,386
	6,000	13,400	58,523	889,318	911,551	123,005	9,096	1,656	16,364
	5,250	14,150	56,204	854,075	875,427	123,006	8,848	1,492	16,331
	4,500	14,900	53,886	818,860	839,331	123,006	8,579	1,346	16,289
	3,750	15,650	51,571	783,682	803,274	123,005	8,287	1,222	16,156
	3,000	16,400	49,282	748,884	767,607	123,005	7,971	1,122	15,327
	2,250	17,150	47,067	715,231	733,112	123,005	7,637	1,051	12,953
	1,500	17,900	34,129	518,626	531,591	123,005	7,389	0,778	7965,785
	0,750	18,650	16,195	246,098	252,251	123,007	7,016	0,390	7033,322
	0,057	19,343	1,000	15,196	15,576	123,006	5,678	0,029	3568,417
	0,000	19,400	0,000	0,000	0,000	123,001	4,976	0,000	0,000

## Tank Calibrations - T. LASTRE DC Y DF N°3 BR

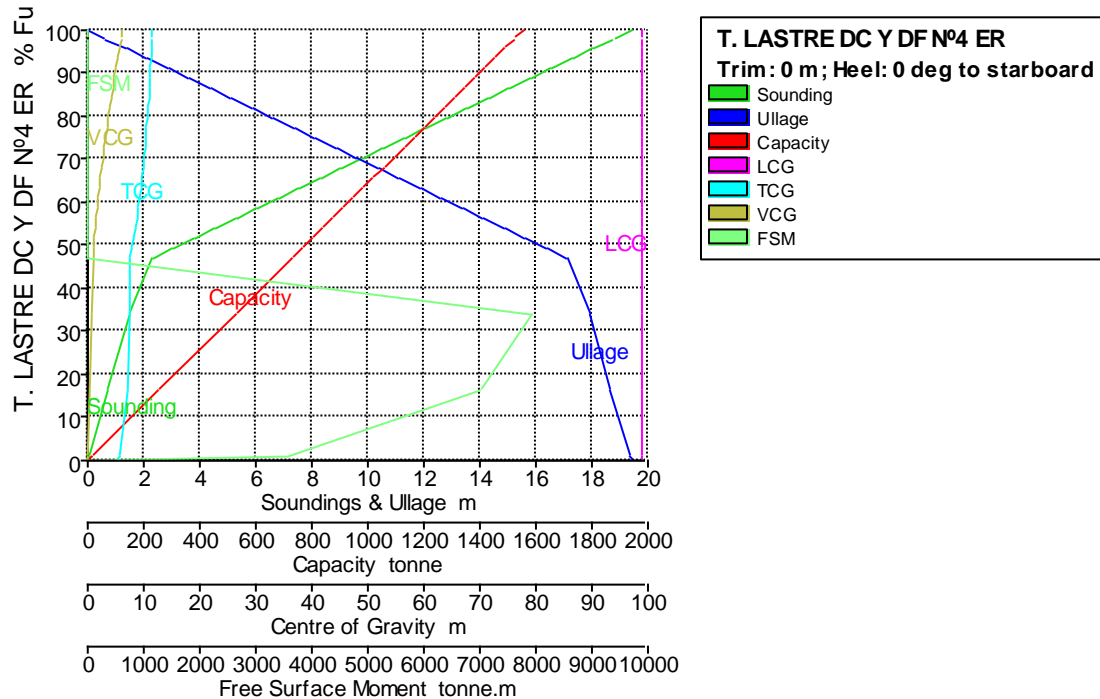
Fluid Type = Water Ballast      Specific gravity = 1,025  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. LASTRE DC Y DF N°3 BR	19,400	0,000	100,000	1519,604	1557,594	123,003	-11,586	6,237	0,000
	18,754	0,646	98,000	1489,212	1526,443	123,003	-11,514	5,975	16,399
	18,750	0,650	97,988	1489,029	1526,255	123,003	-11,514	5,973	16,399
	18,722	0,678	97,900	1487,693	1524,885	123,003	-11,511	5,962	16,399
	18,000	1,400	95,666	1453,751	1490,095	123,003	-11,427	5,672	16,399
	17,250	2,150	93,345	1418,472	1453,934	123,003	-11,336	5,375	16,399
	16,500	2,900	91,023	1383,194	1417,774	123,004	-11,239	5,081	16,399
	15,750	3,650	88,702	1347,915	1381,613	123,004	-11,138	4,792	16,399
	15,000	4,400	86,380	1312,637	1345,453	123,004	-11,032	4,508	16,399
	14,250	5,150	84,059	1277,358	1309,292	123,004	-10,920	4,229	16,399
	13,500	5,900	81,737	1242,080	1273,132	123,004	-10,801	3,955	16,399
	12,750	6,650	79,416	1206,801	1236,971	123,004	-10,675	3,687	16,399
	12,000	7,400	77,094	1171,523	1200,811	123,004	-10,542	3,425	16,399
	11,250	8,150	74,772	1136,244	1164,650	123,004	-10,400	3,170	16,399
	10,500	8,900	72,451	1100,966	1128,490	123,004	-10,250	2,923	16,399
	9,750	9,650	70,129	1065,687	1092,329	123,005	-10,089	2,685	16,399
	9,000	10,400	67,808	1030,409	1056,169	123,005	-9,918	2,456	16,399
	8,250	11,150	65,486	995,130	1020,008	123,005	-9,734	2,237	16,399
	7,500	11,900	63,165	959,852	983,849	123,005	-9,537	2,030	16,396
	6,750	12,650	60,843	924,579	947,693	123,005	-9,325	1,836	16,386
	6,000	13,400	58,523	889,318	911,551	123,005	-9,096	1,656	16,364
	5,250	14,150	56,204	854,075	875,427	123,006	-8,848	1,492	16,331
	4,500	14,900	53,886	818,860	839,331	123,006	-8,579	1,346	16,289
	3,750	15,650	51,571	783,682	803,274	123,005	-8,287	1,222	16,156
	3,000	16,400	49,282	748,884	767,607	123,005	-7,971	1,122	15,327
	2,250	17,150	47,067	715,231	733,112	123,005	-7,637	1,051	12,953
	1,500	17,900	34,129	518,626	531,591	123,005	-7,389	0,778	7965,785
	0,750	18,650	16,195	246,098	252,251	123,007	-7,016	0,390	7033,322
	0,057	19,343	1,000	15,196	15,576	123,006	-5,678	0,029	3568,417
	0,000	19,400	0,000	0,000	0,000	123,001	-4,976	0,000	0,000

## Tank Calibrations - T. LASTRE DC Y DF N°4 ER

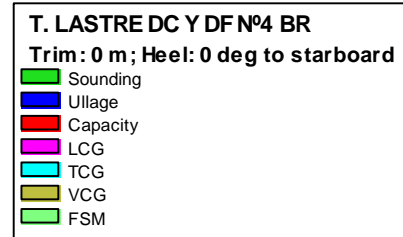
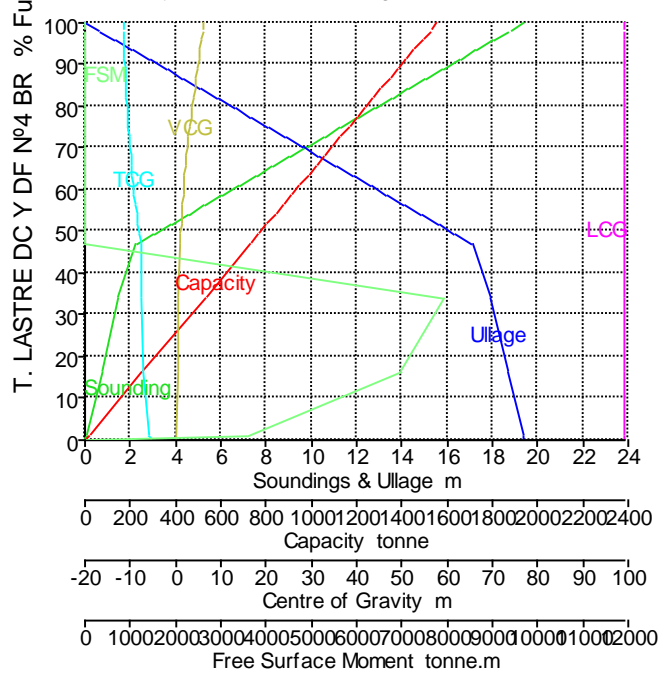
Fluid Type = Water Ballast      Specific gravity = 1,025  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. LASTRE DC Y DF N°4 ER	19,400	0,000	100,000	1517,368	1555,303	99,003	11,581	6,243	0,000
	18,755	0,645	98,000	1487,021	1524,197	99,003	11,509	5,981	16,399
	18,750	0,650	97,985	1486,794	1523,964	99,003	11,508	5,979	16,399
	18,723	0,677	97,900	1485,504	1522,641	99,003	11,505	5,968	16,399
	18,000	1,400	95,660	1451,515	1487,803	99,003	11,421	5,678	16,399
	17,250	2,150	93,335	1416,237	1451,643	99,003	11,329	5,380	16,399
	16,500	2,900	91,010	1380,958	1415,482	99,003	11,233	5,087	16,399
	15,750	3,650	88,685	1345,680	1379,322	99,003	11,132	4,797	16,399
	15,000	4,400	86,360	1310,401	1343,161	99,003	11,025	4,512	16,399
	14,250	5,150	84,035	1275,123	1307,001	99,003	10,912	4,233	16,399
	13,500	5,900	81,710	1239,844	1270,840	99,003	10,793	3,958	16,399
	12,750	6,650	79,385	1204,566	1234,680	99,003	10,667	3,690	16,399
	12,000	7,400	77,060	1169,287	1198,519	99,003	10,533	3,428	16,399
	11,250	8,150	74,735	1134,009	1162,359	99,003	10,391	3,173	16,399
	10,500	8,900	72,410	1098,730	1126,198	99,004	10,240	2,925	16,399
	9,750	9,650	70,085	1063,452	1090,038	99,004	10,078	2,687	16,399
	9,000	10,400	67,760	1028,173	1053,877	99,004	9,906	2,457	16,399
	8,250	11,150	65,435	992,894	1017,717	99,004	9,722	2,238	16,399
	7,500	11,900	63,110	957,617	981,558	99,004	9,524	2,030	16,391
	6,750	12,650	60,786	922,352	945,411	99,004	9,310	1,836	16,367
	6,000	13,400	58,464	887,116	909,294	99,004	9,080	1,655	16,312
	5,250	14,150	56,145	851,929	873,227	99,004	8,832	1,491	16,229
	4,500	14,900	53,831	816,808	837,228	99,004	8,563	1,346	16,124
	3,750	15,650	51,522	781,776	801,321	99,004	8,270	1,221	15,913
	3,000	16,400	49,242	747,183	765,863	99,004	7,955	1,121	15,020
	2,250	17,150	47,042	713,797	731,642	99,004	7,623	1,051	12,612
	1,500	17,900	34,106	517,515	530,453	99,004	7,374	0,778	7936,263
	0,750	18,650	16,173	245,408	251,543	99,005	6,997	0,390	6998,070
	0,057	19,343	1,000	15,174	15,553	99,004	5,664	0,029	3537,303
	0,000	19,400	0,000	0,000	0,000	99,001	4,976	0,000	0,000

## Tank Calibrations - T. LASTRE DC Y DF N°4 BR

Fluid Type = Water Ballast      Specific gravity = 1,025  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. LASTRE DC Y DF N°4 BR	19,400	0,000	100,000	1517,368	1555,303	99,003	-11,581	6,243	0,000
	18,755	0,645	98,000	1487,021	1524,197	99,003	-11,509	5,981	16,399
	18,750	0,650	97,985	1486,794	1523,964	99,003	-11,508	5,979	16,399
	18,723	0,677	97,900	1485,504	1522,641	99,003	-11,505	5,968	16,399
	18,000	1,400	95,660	1451,515	1487,803	99,003	-11,421	5,678	16,399
	17,250	2,150	93,335	1416,237	1451,643	99,003	-11,329	5,380	16,399
	16,500	2,900	91,010	1380,958	1415,482	99,003	-11,233	5,087	16,399
	15,750	3,650	88,685	1345,680	1379,322	99,003	-11,132	4,797	16,399
	15,000	4,400	86,360	1310,401	1343,161	99,003	-11,025	4,512	16,399
	14,250	5,150	84,035	1275,123	1307,001	99,003	-10,912	4,233	16,399
	13,500	5,900	81,710	1239,844	1270,840	99,003	-10,793	3,958	16,399
	12,750	6,650	79,385	1204,566	1234,680	99,003	-10,667	3,690	16,399
	12,000	7,400	77,060	1169,287	1198,519	99,003	-10,533	3,428	16,399
	11,250	8,150	74,735	1134,009	1162,359	99,003	-10,391	3,173	16,399
	10,500	8,900	72,410	1098,730	1126,198	99,004	-10,240	2,925	16,399
	9,750	9,650	70,085	1063,452	1090,038	99,004	-10,078	2,687	16,399
	9,000	10,400	67,760	1028,173	1053,877	99,004	-9,906	2,457	16,399
	8,250	11,150	65,435	992,894	1017,717	99,004	-9,722	2,238	16,399
	7,500	11,900	63,110	957,617	981,558	99,004	-9,524	2,030	16,391
	6,750	12,650	60,786	922,352	945,411	99,004	-9,310	1,836	16,367
	6,000	13,400	58,464	887,116	909,294	99,004	-9,080	1,655	16,312
	5,250	14,150	56,145	851,929	873,227	99,004	-8,832	1,491	16,229
	4,500	14,900	53,831	816,808	837,228	99,004	-8,563	1,346	16,124
	3,750	15,650	51,522	781,776	801,321	99,004	-8,270	1,221	15,913
	3,000	16,400	49,242	747,183	765,863	99,004	-7,955	1,121	15,020
	2,250	17,150	47,042	713,797	731,642	99,004	-7,623	1,051	12,612
	1,500	17,900	34,106	517,515	530,453	99,004	-7,374	0,778	7936,263
	0,750	18,650	16,173	245,408	251,543	99,005	-6,997	0,390	6998,070
	0,057	19,343	1,000	15,174	15,553	99,004	-5,664	0,029	3537,303
	0,000	19,400	0,000	0,000	0,000	99,001	-4,976	0,000	0,000

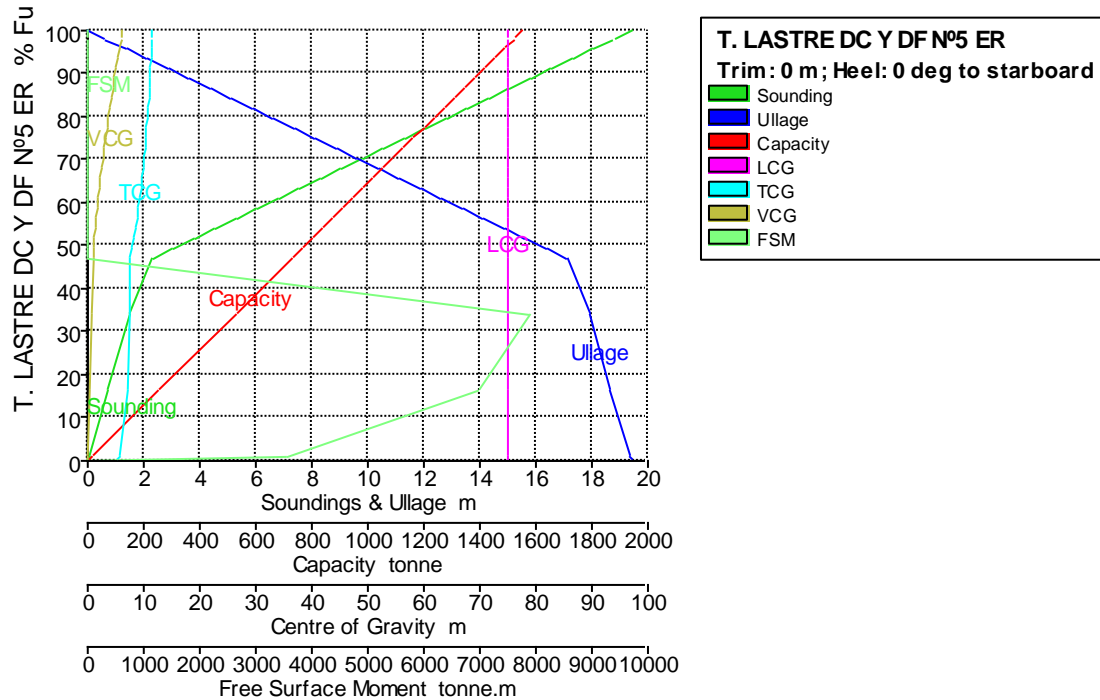


## Tank Calibrations - T. LASTRE DC Y DF N°5 ER

Fluid Type = Water Ballast Specific gravity = 1,025

Permeability = 98 %

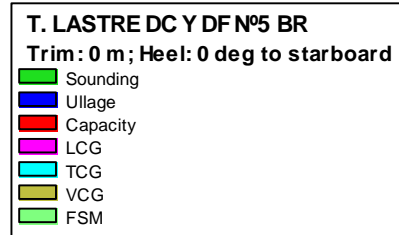
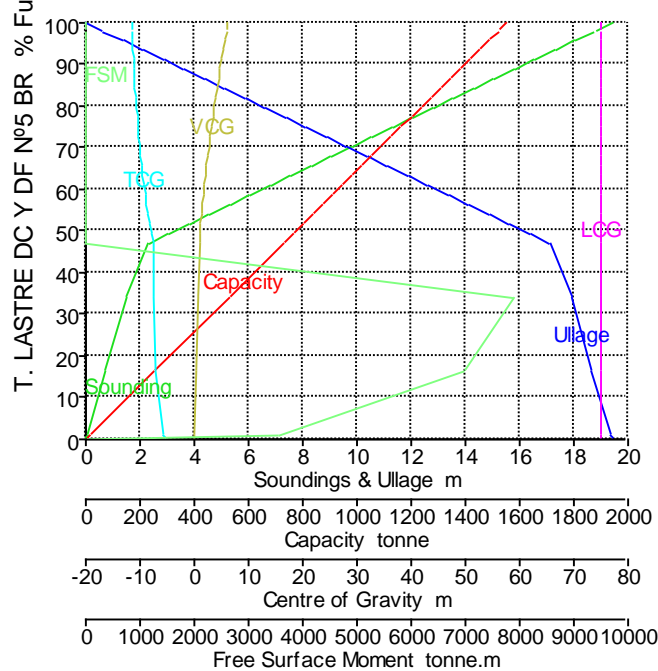
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. LASTRE DC Y DF N°5 ER	19,400	0,000	100,000	1515,440	1553,326	75,003	11,576	6,248	0,000
	18,756	0,644	98,000	1485,131	1522,260	75,003	11,504	5,986	16,399
	18,750	0,650	97,982	1484,866	1521,987	75,003	11,503	5,984	16,399
	18,723	0,677	97,900	1483,616	1520,706	75,003	11,500	5,973	16,399
	18,000	1,400	95,655	1449,587	1485,827	75,003	11,416	5,682	16,399
	17,250	2,150	93,327	1414,308	1449,666	75,003	11,324	5,385	16,399
	16,500	2,900	90,999	1379,030	1413,506	75,003	11,227	5,091	16,399
	15,750	3,650	88,671	1343,751	1377,345	75,003	11,125	4,801	16,399
	15,000	4,400	86,343	1308,473	1341,185	75,003	11,018	4,516	16,399
	14,250	5,150	84,015	1273,194	1305,024	75,004	10,905	4,236	16,399
	13,500	5,900	81,687	1237,916	1268,864	75,004	10,786	3,961	16,399
	12,750	6,650	79,359	1202,637	1232,703	75,004	10,659	3,692	16,399
	12,000	7,400	77,031	1167,359	1196,543	75,004	10,525	3,430	16,399
	11,250	8,150	74,703	1132,080	1160,382	75,004	10,382	3,174	16,399
	10,500	8,900	72,375	1096,802	1124,222	75,004	10,231	2,927	16,399
	9,750	9,650	70,047	1061,523	1088,061	75,004	10,069	2,687	16,399
	9,000	10,400	67,719	1026,245	1051,901	75,004	9,896	2,458	16,399
	8,250	11,150	65,391	990,966	1015,740	75,005	9,710	2,238	16,399
	7,500	11,900	63,064	955,690	979,582	75,005	9,512	2,030	16,386
	6,750	12,650	60,737	920,432	943,443	75,005	9,298	1,835	16,347
	6,000	13,400	58,414	885,223	907,354	75,005	9,067	1,654	16,259
	5,250	14,150	56,095	850,091	871,344	75,005	8,818	1,490	16,125
	4,500	14,900	53,784	815,068	835,444	75,005	8,548	1,345	15,955
	3,750	15,650	51,483	780,187	799,692	75,005	8,256	1,220	15,664
	3,000	16,400	49,214	745,805	764,450	75,004	7,941	1,121	14,708
	2,250	17,150	47,029	712,694	730,512	75,004	7,611	1,051	12,269
	1,500	17,900	34,099	516,743	529,662	75,003	7,363	0,778	7902,963
	0,750	18,650	16,168	245,014	251,139	75,003	6,986	0,390	6970,686
	0,057	19,343	1,000	15,154	15,533	75,002	5,657	0,029	3523,157
	0,000	19,400	0,000	0,000	0,000	75,001	4,976	0,000	0,000

## Tank Calibrations - T. LASTRE DC Y DF N°5 BR

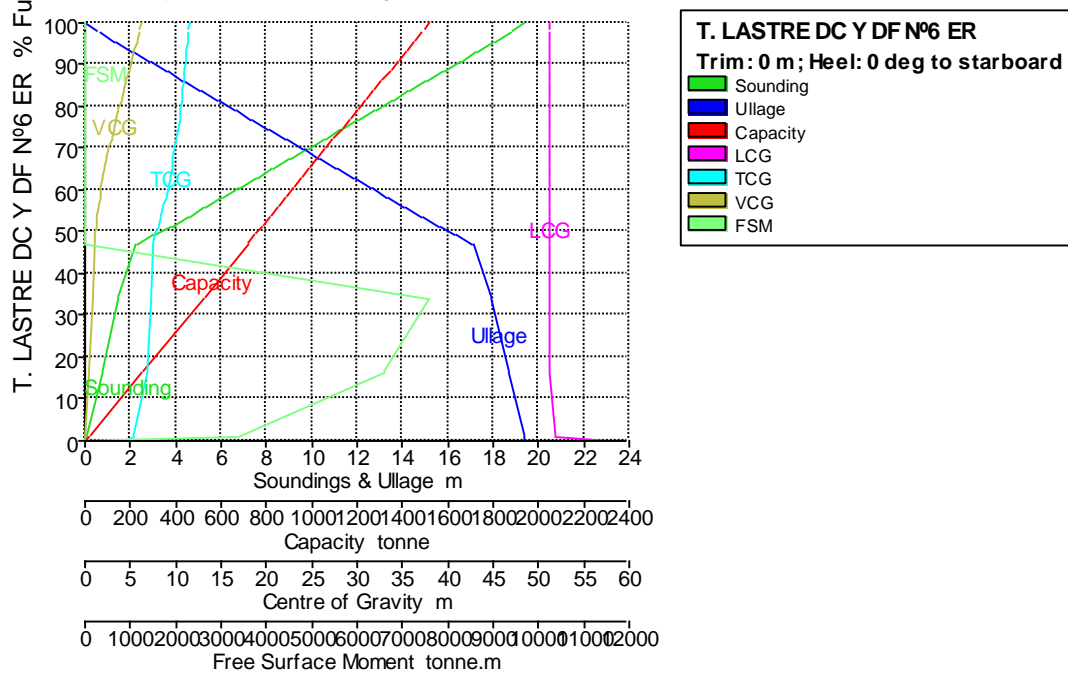
Fluid Type = Water Ballast      Specific gravity = 1,025  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. LASTRE DC Y DF N°5 BR	19,400	0,000	100,000	1515,440	1553,326	75,003	-11,576	6,248	0,000
	18,756	0,644	98,000	1485,131	1522,260	75,003	-11,504	5,986	16,399
	18,750	0,650	97,982	1484,866	1521,987	75,003	-11,503	5,984	16,399
	18,723	0,677	97,900	1483,616	1520,706	75,003	-11,500	5,973	16,399
	18,000	1,400	95,655	1449,587	1485,827	75,003	-11,416	5,682	16,399
	17,250	2,150	93,327	1414,308	1449,666	75,003	-11,324	5,385	16,399
	16,500	2,900	90,999	1379,030	1413,506	75,003	-11,227	5,091	16,399
	15,750	3,650	88,671	1343,751	1377,345	75,003	-11,125	4,801	16,399
	15,000	4,400	86,343	1308,473	1341,185	75,003	-11,018	4,516	16,399
	14,250	5,150	84,015	1273,194	1305,024	75,004	-10,905	4,236	16,399
	13,500	5,900	81,687	1237,916	1268,864	75,004	-10,786	3,961	16,399
	12,750	6,650	79,359	1202,637	1232,703	75,004	-10,659	3,692	16,399
	12,000	7,400	77,031	1167,359	1196,543	75,004	-10,525	3,430	16,399
	11,250	8,150	74,703	1132,080	1160,382	75,004	-10,382	3,174	16,399
	10,500	8,900	72,375	1096,802	1124,222	75,004	-10,231	2,927	16,399
	9,750	9,650	70,047	1061,523	1088,061	75,004	-10,069	2,687	16,399
	9,000	10,400	67,719	1026,245	1051,901	75,004	-9,896	2,458	16,399
	8,250	11,150	65,391	990,966	1015,740	75,005	-9,710	2,238	16,399
	7,500	11,900	63,064	955,690	979,582	75,005	-9,512	2,030	16,386
	6,750	12,650	60,737	920,432	943,443	75,005	-9,298	1,835	16,347
	6,000	13,400	58,414	885,223	907,354	75,005	-9,067	1,654	16,259
	5,250	14,150	56,095	850,091	871,344	75,005	-8,818	1,490	16,125
	4,500	14,900	53,784	815,068	835,444	75,005	-8,548	1,345	15,955
	3,750	15,650	51,483	780,187	799,692	75,005	-8,256	1,220	15,664
	3,000	16,400	49,214	745,805	764,450	75,004	-7,941	1,121	14,708
	2,250	17,150	47,029	712,694	730,512	75,004	-7,611	1,051	12,269
	1,500	17,900	34,099	516,743	529,662	75,003	-7,363	0,778	7902,963
	0,750	18,650	16,168	245,014	251,139	75,003	-6,986	0,390	6970,686
	0,057	19,343	1,000	15,154	15,533	75,002	-5,657	0,029	3523,157
	0,000	19,400	0,000	0,000	0,000	75,001	-4,976	0,000	0,000

## Tank Calibrations - T. LASTRE DC Y DF N°6 ER

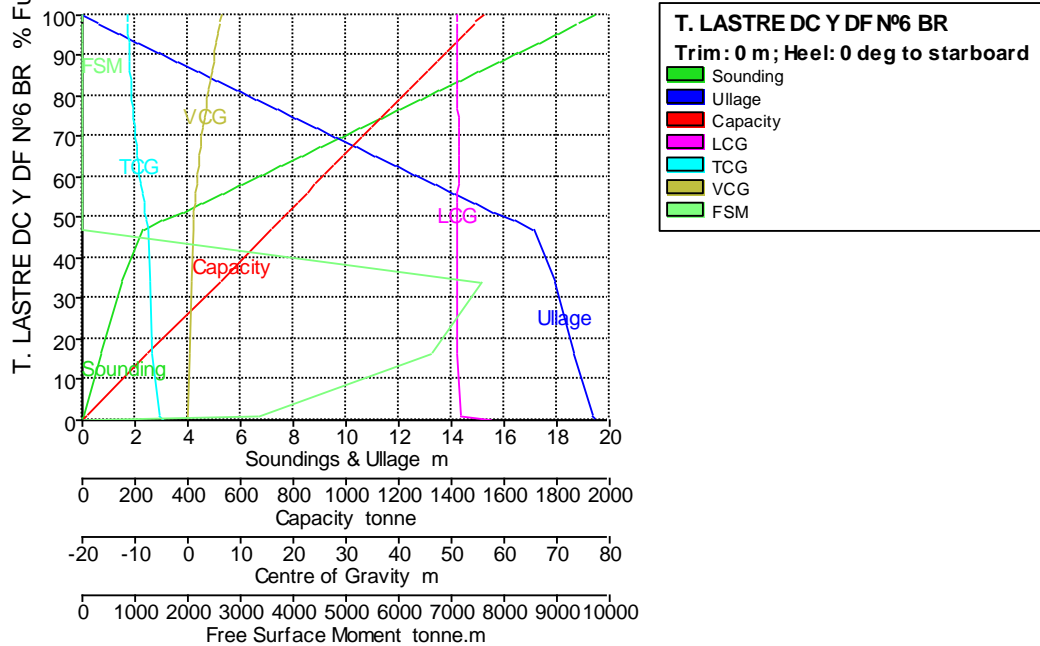
Fluid Type = Water Ballast      Specific gravity = 1,025  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. LASTRE DC Y DF N°6 ER	19,400	0,000	100,000	1481,623	1518,664	51,198	11,496	6,301	0,000
	18,770	0,630	98,000	1451,991	1488,291	51,202	11,423	6,040	16,383
	18,750	0,650	97,937	1451,055	1487,331	51,202	11,420	6,032	16,382
	18,738	0,662	97,900	1450,509	1486,772	51,202	11,419	6,027	16,382
	18,000	1,400	95,557	1415,795	1451,189	51,207	11,329	5,725	16,366
	17,250	2,150	93,178	1380,546	1415,060	51,212	11,232	5,421	16,349
	16,500	2,900	90,800	1345,313	1378,946	51,217	11,131	5,121	16,320
	15,750	3,650	88,424	1310,106	1342,859	51,223	11,025	4,825	16,282
	15,000	4,400	86,049	1274,927	1306,801	51,228	10,912	4,534	16,244
	14,250	5,150	83,678	1239,786	1270,780	51,234	10,794	4,248	16,180
	13,500	5,900	81,309	1204,695	1234,812	51,239	10,668	3,968	16,113
	12,750	6,650	78,945	1169,664	1198,906	51,244	10,536	3,693	16,017
	12,000	7,400	76,586	1134,720	1163,088	51,249	10,396	3,426	15,907
	11,250	8,150	74,235	1099,879	1127,376	51,254	10,247	3,166	15,768
	10,500	8,900	71,891	1065,158	1091,787	51,257	10,089	2,915	15,634
	9,750	9,650	69,556	1030,558	1056,322	51,260	9,922	2,673	15,505
	9,000	10,400	67,229	996,079	1020,981	51,262	9,743	2,441	15,383
	8,250	11,150	64,910	961,721	985,764	51,262	9,553	2,220	15,266
	7,500	11,900	62,600	927,492	950,679	51,262	9,349	2,011	15,131
	6,750	12,650	60,301	893,428	915,763	51,260	9,131	1,816	14,958
	6,000	13,400	58,017	859,598	881,088	51,256	8,897	1,637	14,710
	5,250	14,150	55,755	826,072	846,724	51,249	8,647	1,475	14,397
	4,500	14,900	53,518	792,928	812,752	51,239	8,380	1,333	14,045
	3,750	15,650	51,312	760,255	779,261	51,224	8,094	1,213	13,570
	3,000	16,400	49,166	728,448	746,659	51,203	7,791	1,118	12,546
	2,250	17,150	47,134	698,352	715,811	51,175	7,482	1,053	10,250
	1,500	17,900	34,148	505,950	518,599	51,182	7,234	0,781	7589,103
	0,750	18,650	16,105	238,621	244,587	51,227	6,841	0,392	6615,277
	0,061	19,339	1,000	14,816	15,187	51,842	5,432	0,032	3327,991
	0,000	19,400	0,000	0,000	0,000	57,730	4,245	0,000	0,000

## Tank Calibrations - T. LASTRE DC Y DF N°6 BR

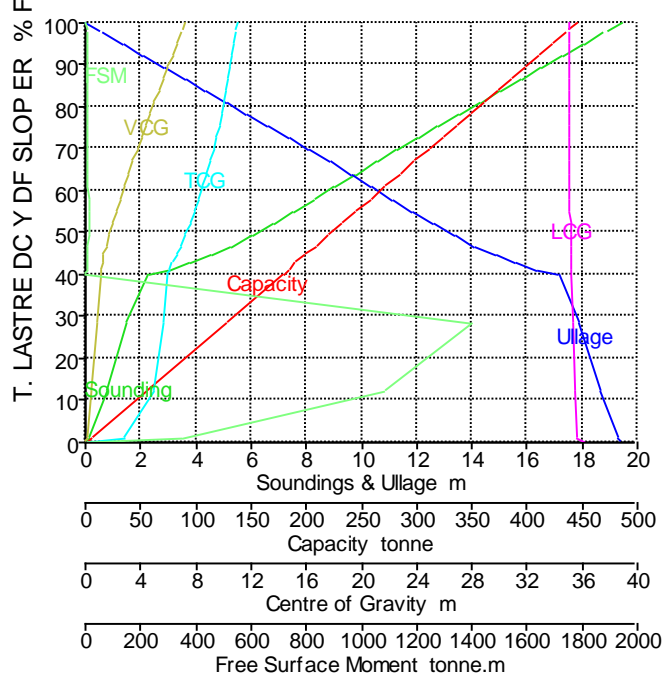
Fluid Type = Water Ballast      Specific gravity = 1,025  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. LASTRE DC Y DF N°6 BR	19,400	0,000	100,000	1481,623	1518,664	51,198	-11,496	6,301	0,000
	18,770	0,630	98,000	1451,991	1488,291	51,202	-11,423	6,040	16,383
	18,750	0,650	97,937	1451,055	1487,331	51,202	-11,420	6,032	16,382
	18,738	0,662	97,900	1450,509	1486,772	51,202	-11,419	6,027	16,382
	18,000	1,400	95,557	1415,795	1451,189	51,207	-11,329	5,725	16,366
	17,250	2,150	93,178	1380,546	1415,060	51,212	-11,232	5,421	16,349
	16,500	2,900	90,800	1345,313	1378,946	51,217	-11,131	5,121	16,320
	15,750	3,650	88,424	1310,106	1342,859	51,223	-11,025	4,825	16,282
	15,000	4,400	86,049	1274,927	1306,801	51,228	-10,912	4,534	16,244
	14,250	5,150	83,678	1239,786	1270,780	51,234	-10,794	4,248	16,180
	13,500	5,900	81,309	1204,695	1234,812	51,239	-10,668	3,968	16,113
	12,750	6,650	78,945	1169,664	1198,906	51,244	-10,536	3,693	16,017
	12,000	7,400	76,586	1134,720	1163,088	51,249	-10,396	3,426	15,907
	11,250	8,150	74,235	1099,879	1127,376	51,254	-10,247	3,166	15,768
	10,500	8,900	71,891	1065,158	1091,787	51,257	-10,089	2,915	15,634
	9,750	9,650	69,556	1030,558	1056,322	51,260	-9,922	2,673	15,505
	9,000	10,400	67,229	996,079	1020,981	51,262	-9,743	2,441	15,383
	8,250	11,150	64,910	961,721	985,764	51,262	-9,553	2,220	15,266
	7,500	11,900	62,600	927,492	950,679	51,262	-9,349	2,011	15,131
	6,750	12,650	60,301	893,428	915,763	51,260	-9,131	1,816	14,958
	6,000	13,400	58,017	859,598	881,088	51,256	-8,897	1,637	14,710
	5,250	14,150	55,755	826,072	846,724	51,249	-8,647	1,475	14,397
	4,500	14,900	53,518	792,928	812,752	51,239	-8,380	1,333	14,045
	3,750	15,650	51,312	760,255	779,261	51,224	-8,094	1,213	13,570
	3,000	16,400	49,166	728,448	746,659	51,203	-7,791	1,118	12,546
	2,250	17,150	47,134	698,352	715,811	51,175	-7,482	1,053	10,250
	1,500	17,900	34,148	505,950	518,599	51,182	-7,234	0,781	7589,103
	0,750	18,650	16,105	238,621	244,587	51,227	-6,841	0,392	6615,277
	0,061	19,339	1,000	14,816	15,187	51,842	-5,432	0,032	3327,991
	0,000	19,400	0,000	0,000	0,000	57,730	-4,245	0,000	0,000

## Tank Calibrations - T. LASTRE DC Y DF SLOP ER

Fluid Type = Water Ballast      Specific gravity = 1,025  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



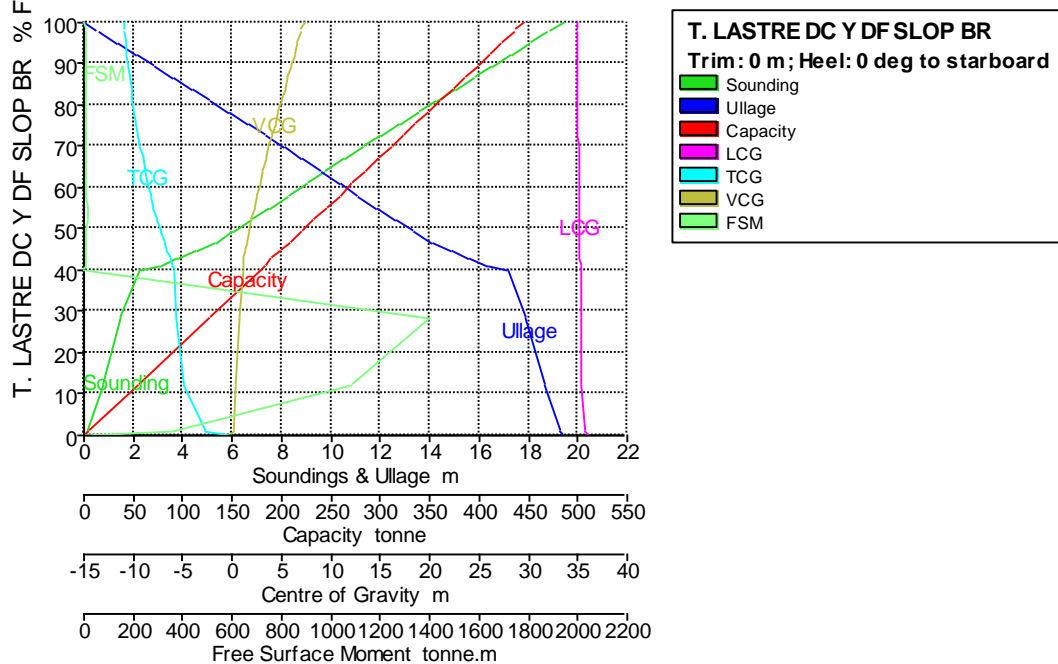
**T. LASTRE DC Y DF SLOP ER**  
Trim: 0 m; Heel: 0 deg to starboard

- Sounding
- Ullage
- Capacity
- LCG
- TCG
- VCG
- FSM

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. LASTRE DC Y DF SLOP ER	19,400	0,000	100,000	434,330	445,188	35,014	10,992	7,255	0,000
	18,843	0,557	98,000	425,643	436,284	35,014	10,908	7,013	5,465
	18,815	0,585	97,900	425,209	435,839	35,014	10,904	7,001	5,473
	18,750	0,650	97,664	424,182	434,787	35,014	10,894	6,972	5,492
	18,000	1,400	94,936	412,334	422,643	35,015	10,774	6,644	5,715
	17,250	2,150	92,174	400,339	410,347	35,016	10,647	6,315	5,952
	16,500	2,900	89,381	388,207	397,912	35,018	10,511	5,985	6,143
	15,750	3,650	86,568	375,989	385,388	35,020	10,365	5,656	6,306
	15,000	4,400	83,736	363,690	372,782	35,023	10,211	5,327	6,481
	14,250	5,150	80,894	351,347	360,131	35,027	10,045	5,001	6,540
	13,500	5,900	78,056	339,022	347,498	35,031	9,870	4,678	6,588
	12,750	6,650	75,230	326,747	334,916	35,036	9,684	4,361	6,499
	12,000	7,400	72,442	314,639	322,505	35,041	9,487	4,052	6,343
	11,250	8,150	69,664	302,573	310,137	35,047	9,280	3,750	6,944
	10,500	8,900	66,799	290,129	297,383	35,055	9,053	3,445	7,928
	9,750	9,650	63,861	277,367	284,301	35,065	8,805	3,137	8,969
	9,000	10,400	60,871	264,382	270,991	35,077	8,536	2,831	10,031
	8,250	11,150	57,856	251,287	257,569	35,093	8,244	2,529	11,095
	7,500	11,900	54,853	238,245	244,201	35,113	7,929	2,237	12,056
	6,750	12,650	51,920	225,506	231,143	35,138	7,594	1,960	12,554
	6,000	13,400	49,155	213,494	218,831	35,166	7,249	1,712	11,340
	5,250	14,150	46,644	202,589	207,654	35,192	6,905	1,501	9,651
	4,500	14,900	44,430	192,972	197,796	35,216	6,575	1,332	7,981
	3,750	15,650	42,563	184,864	189,485	35,236	6,274	1,209	6,324
	3,000	16,400	41,119	178,594	183,059	35,249	6,028	1,132	4,566
	2,250	17,150	40,231	174,737	179,105	35,252	5,870	1,098	2,200
	1,500	17,900	28,552	124,011	127,111	35,286	5,609	0,829	1396,297
	0,750	18,650	12,226	53,100	54,428	35,407	4,980	0,426	1080,458
	0,122	19,278	1,000	4,343	4,452	35,663	2,793	0,074	346,813
	0,000	19,400	0,000	0,000	0,000	36,289	0,013	0,000	0,000

## Tank Calibrations - T. LASTRE DC Y DF SLOP BR

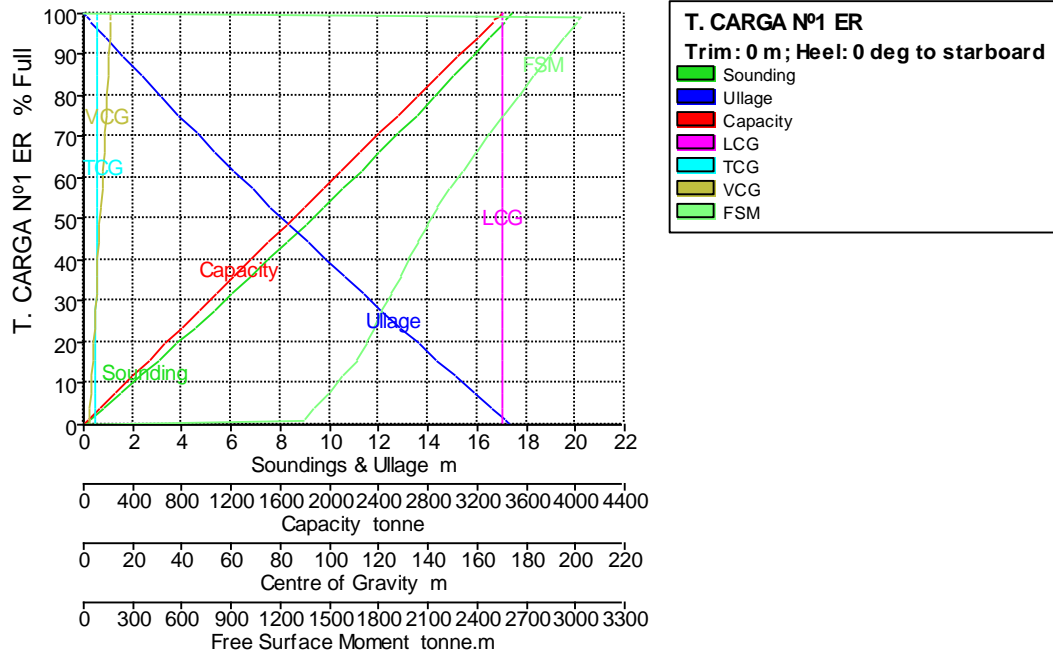
Fluid Type = Water Ballast      Specific gravity = 1,025  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. LASTRE DC Y DF SLOP BR	19,400	0,000	100,000	434,330	445,188	35,014	-10,992	7,255	0,000
	18,843	0,557	98,000	425,643	436,284	35,014	-10,908	7,013	5,465
	18,815	0,585	97,900	425,209	435,839	35,014	-10,904	7,001	5,473
	18,750	0,650	97,664	424,182	434,787	35,014	-10,894	6,972	5,492
	18,000	1,400	94,936	412,334	422,643	35,015	-10,774	6,644	5,715
	17,250	2,150	92,174	400,339	410,347	35,016	-10,647	6,315	5,952
	16,500	2,900	89,381	388,207	397,912	35,018	-10,511	5,985	6,143
	15,750	3,650	86,568	375,989	385,388	35,020	-10,365	5,656	6,306
	15,000	4,400	83,736	363,690	372,782	35,023	-10,211	5,327	6,481
	14,250	5,150	80,894	351,347	360,131	35,027	-10,045	5,001	6,540
	13,500	5,900	78,056	339,022	347,498	35,031	-9,870	4,678	6,588
	12,750	6,650	75,230	326,747	334,916	35,036	-9,684	4,361	6,499
	12,000	7,400	72,442	314,639	322,505	35,041	-9,487	4,052	6,343
	11,250	8,150	69,664	302,573	310,137	35,047	-9,280	3,750	6,944
	10,500	8,900	66,799	290,129	297,383	35,055	-9,053	3,445	7,928
	9,750	9,650	63,861	277,367	284,301	35,065	-8,805	3,137	8,969
	9,000	10,400	60,871	264,382	270,991	35,077	-8,536	2,831	10,031
	8,250	11,150	57,856	251,287	257,569	35,093	-8,244	2,529	11,095
	7,500	11,900	54,853	238,245	244,201	35,113	-7,929	2,237	12,056
	6,750	12,650	51,920	225,506	231,143	35,138	-7,594	1,960	12,554
	6,000	13,400	49,155	213,494	218,831	35,166	-7,249	1,712	11,340
	5,250	14,150	46,644	202,589	207,654	35,192	-6,905	1,501	9,651
	4,500	14,900	44,430	192,972	197,796	35,216	-6,575	1,332	7,981
	3,750	15,650	42,563	184,864	189,485	35,236	-6,274	1,209	6,324
	3,000	16,400	41,119	178,594	183,059	35,249	-6,028	1,132	4,566
	2,250	17,150	40,231	174,737	179,105	35,252	-5,870	1,098	2,200
	1,500	17,900	28,552	124,011	127,111	35,286	-5,609	0,829	1396,297
	0,750	18,650	12,226	53,100	54,428	35,407	-4,980	0,426	1080,458
	0,122	19,278	1,000	4,343	4,452	35,663	-2,793	0,074	346,813
	0,000	19,400	0,000	0,000	0,000	36,289	-0,013	0,000	0,000

## Tank Calibrations - T. CARGA N°1 ER

Fluid Type = Gasolina      Specific gravity = 0,76  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

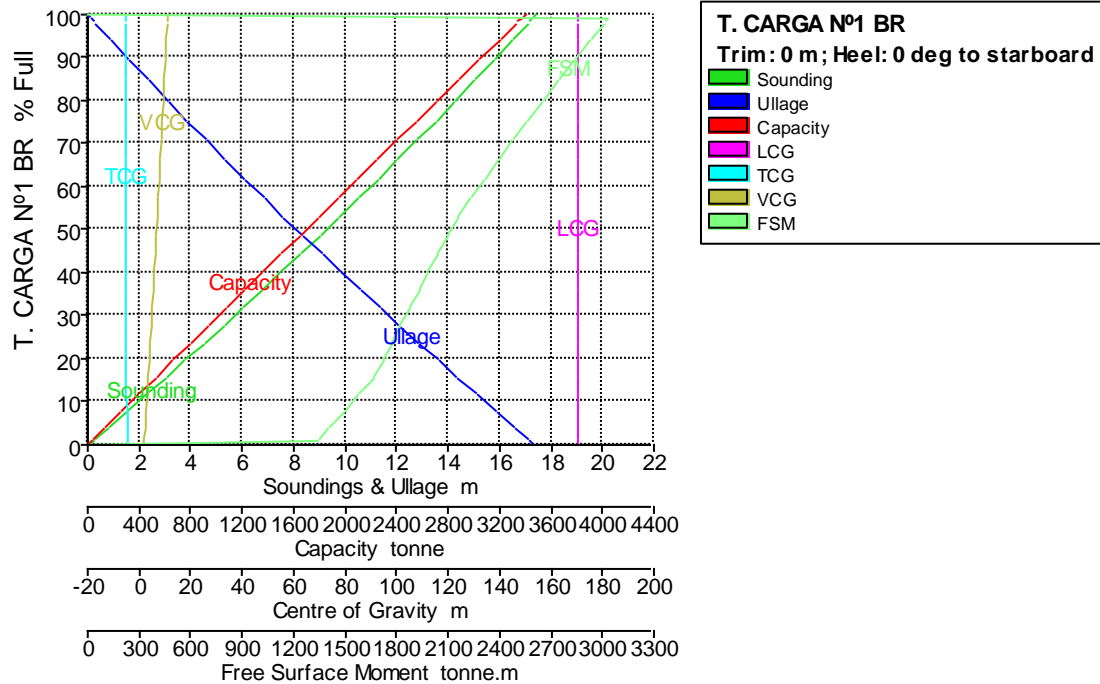


Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. CARGA N°1 ER	17,400	0,000	100,000	4474,139	3400,346	170,358	5,550	11,097	0,000
	17,250	0,150	99,012	4429,919	3366,738	170,355	5,543	11,014	3026,870
	17,096	0,304	98,000	4384,657	3332,339	170,352	5,535	10,930	3005,988
	17,081	0,319	97,900	4380,182	3328,939	170,352	5,535	10,922	3003,928
	16,500	0,900	94,106	4210,435	3199,931	170,340	5,507	10,605	2926,357
	15,750	1,650	89,261	3993,649	3035,173	170,326	5,471	10,196	2828,944
	15,000	2,400	84,476	3779,561	2872,467	170,312	5,436	9,790	2734,572
	14,250	3,150	79,751	3568,171	2711,810	170,299	5,401	9,385	2643,182
	13,500	3,900	75,087	3359,480	2553,205	170,286	5,367	8,981	2554,715
	12,750	4,650	70,483	3153,486	2396,650	170,275	5,334	8,580	2469,112
	12,000	5,400	65,939	2950,191	2242,145	170,265	5,301	8,181	2386,312
	11,250	6,150	61,455	2749,594	2089,691	170,257	5,270	7,783	2306,256
	10,500	6,900	57,032	2551,695	1939,288	170,251	5,240	7,389	2228,883
	9,750	7,650	52,669	2356,492	1790,934	170,248	5,210	6,996	2155,148
	9,000	8,400	48,356	2163,507	1644,265	170,246	5,181	6,605	2097,387
	8,250	9,150	44,084	1972,371	1499,002	170,245	5,152	6,216	2040,705
	7,500	9,900	39,853	1783,083	1355,143	170,244	5,123	5,827	1985,089
	6,750	10,650	35,664	1595,643	1212,689	170,245	5,093	5,440	1930,529
	6,000	11,400	31,516	1410,051	1071,639	170,247	5,062	5,053	1877,015
	5,250	12,150	27,409	1226,308	931,994	170,251	5,030	4,668	1824,536
	4,500	12,900	23,343	1044,413	793,754	170,258	4,996	4,284	1773,082
	3,750	13,650	19,319	864,366	656,918	170,270	4,959	3,900	1722,642
	3,000	14,400	15,336	686,167	521,487	170,291	4,917	3,517	1673,205
	2,250	15,150	11,406	510,326	387,848	170,318	4,871	3,134	1578,031
	1,500	15,900	7,540	337,351	256,387	170,346	4,825	2,754	1487,429
	0,750	16,650	3,738	167,242	127,104	170,375	4,780	2,376	1401,285
	0,202	17,198	1,000	44,741	34,003	170,396	4,748	2,101	1341,088
	0,000	17,400	0,000	0,000	0,000	170,404	4,736	2,000	0,000



## Tank Calibrations - T. CARGA N°1 BR

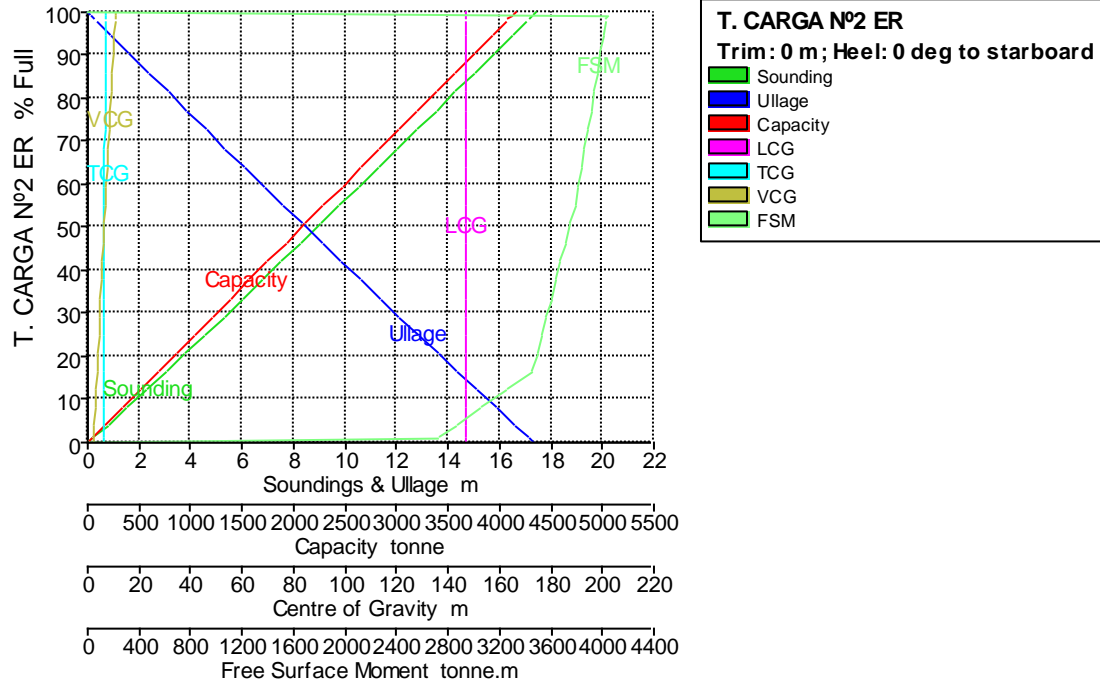
Fluid Type = Gasolina      Specific gravity = 0,76  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. CARGA N°1 BR	17,400	0,000	100,000	4474,139	3400,346	170,358	-5,550	11,097	0,000
	17,250	0,150	99,012	4429,919	3366,738	170,355	-5,543	11,014	3026,870
	17,096	0,304	98,000	4384,657	3332,339	170,352	-5,535	10,930	3005,988
	17,081	0,319	97,900	4380,182	3328,939	170,352	-5,535	10,922	3003,928
	16,500	0,900	94,106	4210,435	3199,931	170,340	-5,507	10,605	2926,357
	15,750	1,650	89,261	3993,649	3035,173	170,326	-5,471	10,196	2828,944
	15,000	2,400	84,476	3779,561	2872,467	170,312	-5,436	9,790	2734,572
	14,250	3,150	79,751	3568,171	2711,810	170,299	-5,401	9,385	2643,182
	13,500	3,900	75,087	3359,480	2553,205	170,286	-5,367	8,981	2554,715
	12,750	4,650	70,483	3153,486	2396,650	170,275	-5,334	8,580	2469,112
	12,000	5,400	65,939	2950,191	2242,145	170,265	-5,301	8,181	2386,312
	11,250	6,150	61,455	2749,594	2089,691	170,257	-5,270	7,783	2306,256
	10,500	6,900	57,032	2551,695	1939,288	170,251	-5,240	7,389	2228,883
	9,750	7,650	52,669	2356,492	1790,934	170,248	-5,210	6,996	2155,148
	9,000	8,400	48,356	2163,507	1644,265	170,246	-5,181	6,605	2097,387
	8,250	9,150	44,084	1972,371	1499,002	170,245	-5,152	6,216	2040,705
	7,500	9,900	39,853	1783,083	1355,143	170,244	-5,123	5,827	1985,089
	6,750	10,650	35,664	1595,643	1212,689	170,245	-5,093	5,440	1930,529
	6,000	11,400	31,516	1410,051	1071,639	170,247	-5,062	5,053	1877,015
	5,250	12,150	27,409	1226,308	931,994	170,251	-5,030	4,668	1824,536
	4,500	12,900	23,343	1044,413	793,754	170,258	-4,996	4,284	1773,082
	3,750	13,650	19,319	864,366	656,918	170,270	-4,959	3,900	1722,642
	3,000	14,400	15,336	686,167	521,487	170,291	-4,917	3,517	1673,205
	2,250	15,150	11,406	510,326	387,848	170,318	-4,871	3,134	1578,031
	1,500	15,900	7,540	337,351	256,387	170,346	-4,825	2,754	1487,429
	0,750	16,650	3,738	167,242	127,104	170,375	-4,780	2,376	1401,285
	0,202	17,198	1,000	44,741	34,003	170,396	-4,748	2,101	1341,088
	0,000	17,400	0,000	0,000	0,000	170,404	-4,736	2,000	0,000

## Tank Calibrations - T. CARGA N°2 ER

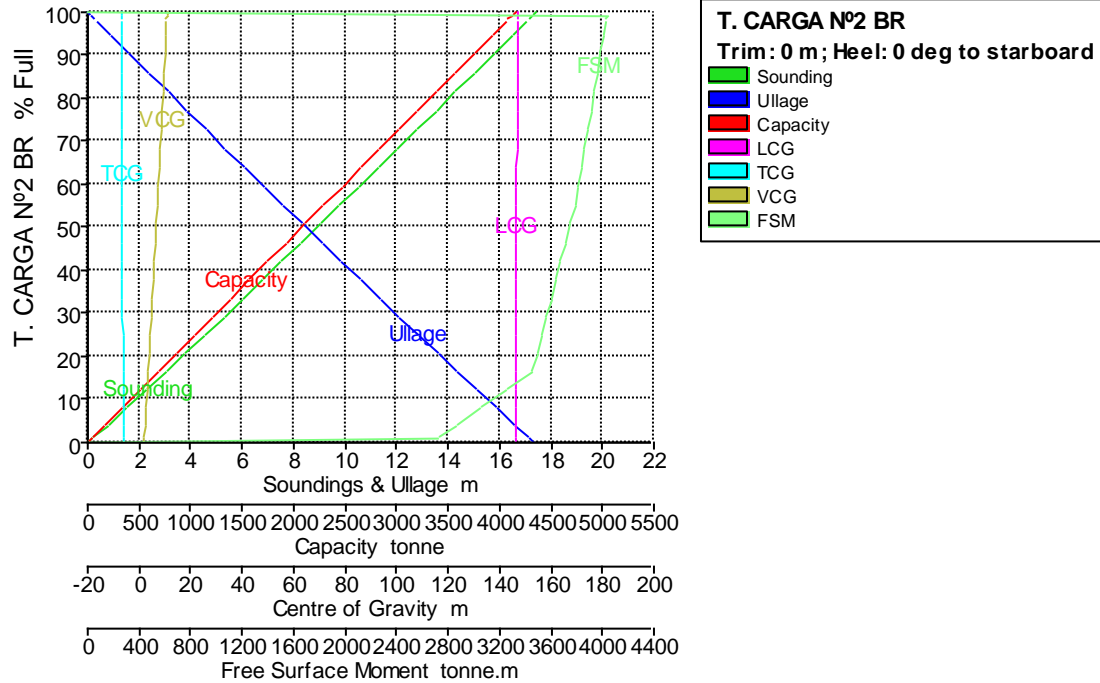
Fluid Type = Gasolina      Specific gravity = 0,76  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. CARGA N°2 ER	17,400	0,000	100,000	5465,348	4153,665	146,800	6,691	10,849	0,000
	17,250	0,150	99,106	5416,498	4116,539	146,799	6,689	10,773	4035,720
	17,064	0,336	98,000	5356,041	4070,592	146,798	6,687	10,678	4029,478
	17,047	0,353	97,900	5350,576	4066,438	146,797	6,686	10,670	4028,914
	16,500	0,900	94,643	5172,560	3931,146	146,793	6,679	10,391	4010,584
	15,750	1,650	90,189	4929,144	3746,149	146,787	6,668	10,009	3985,632
	15,000	2,400	85,745	4686,250	3561,550	146,781	6,656	9,627	3960,861
	14,250	3,150	81,310	4443,879	3377,348	146,775	6,645	9,245	3936,271
	13,500	3,900	76,885	4202,029	3193,542	146,769	6,632	8,864	3911,861
	12,750	4,650	72,469	3960,702	3010,134	146,762	6,620	8,482	3887,631
	12,000	5,400	68,063	3719,897	2827,122	146,755	6,606	8,101	3863,581
	11,250	6,150	63,667	3479,615	2644,507	146,748	6,592	7,719	3839,708
	10,500	6,900	59,280	3239,854	2462,289	146,740	6,576	7,338	3816,012
	9,750	7,650	54,903	3000,617	2280,469	146,732	6,560	6,956	3791,437
	9,000	8,400	50,538	2762,101	2099,197	146,724	6,542	6,575	3752,417
	8,250	9,150	46,190	2524,460	1918,590	146,715	6,523	6,193	3713,887
	7,500	9,900	41,858	2287,695	1738,648	146,707	6,503	5,812	3675,845
	6,750	10,650	37,542	2051,806	1559,372	146,698	6,481	5,431	3638,287
	6,000	11,400	33,242	1816,792	1380,762	146,689	6,457	5,050	3601,210
	5,250	12,150	28,958	1582,653	1202,817	146,680	6,429	4,670	3564,609
	4,500	12,900	24,690	1349,390	1025,537	146,671	6,396	4,288	3528,483
	3,750	13,650	20,438	1117,003	848,922	146,660	6,353	3,906	3492,826
	3,000	14,400	16,202	885,491	672,973	146,649	6,295	3,522	3457,636
	2,250	15,150	12,018	656,842	499,200	146,637	6,226	3,137	3250,153
	1,500	15,900	7,923	433,044	329,113	146,625	6,157	2,756	3051,534
	0,750	16,650	3,917	214,097	162,713	146,613	6,088	2,376	2861,574
	0,193	17,207	1,000	54,653	41,536	146,603	6,038	2,097	2726,001
	0,000	17,400	0,000	0,000	0,000	146,600	6,020	2,000	0,000

## Tank Calibrations - T. CARGA N°2 BR

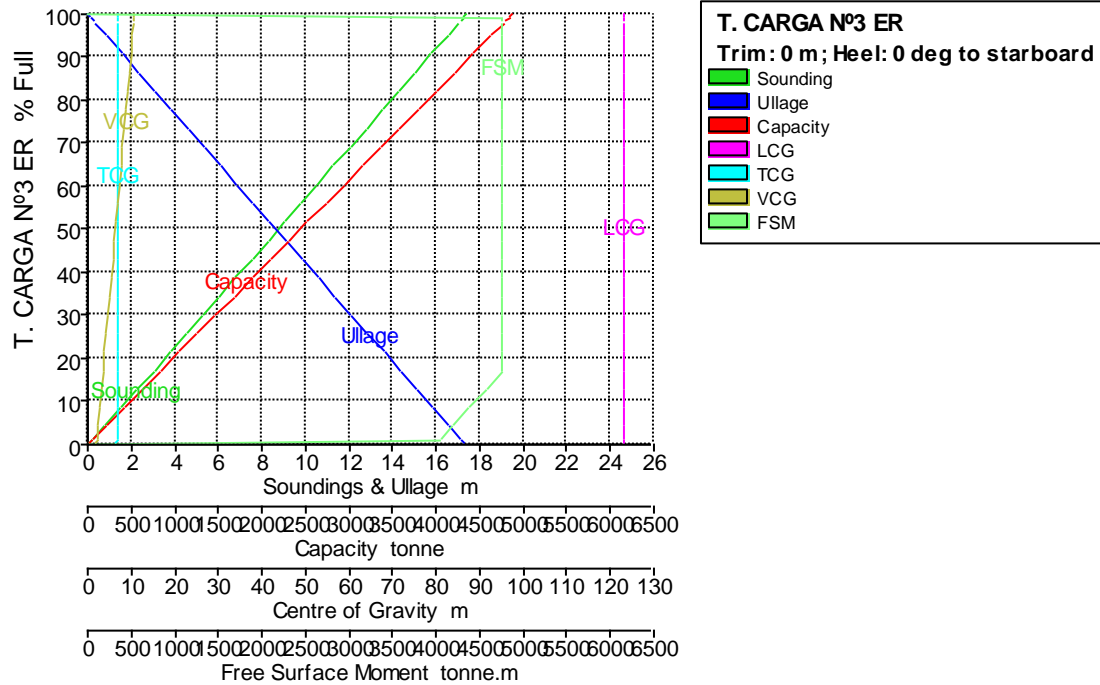
Fluid Type = Gasolina      Specific gravity = 0,76  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. CARGA N°2 BR	17,400	0,000	100,000	5465,348	4153,665	146,800	-6,691	10,849	0,000
	17,250	0,150	99,106	5416,498	4116,539	146,799	-6,689	10,773	4035,720
	17,064	0,336	98,000	5356,041	4070,592	146,798	-6,687	10,678	4029,478
	17,047	0,353	97,900	5350,576	4066,438	146,797	-6,686	10,670	4028,914
	16,500	0,900	94,643	5172,560	3931,146	146,793	-6,679	10,391	4010,584
	15,750	1,650	90,189	4929,144	3746,149	146,787	-6,668	10,009	3985,632
	15,000	2,400	85,745	4686,250	3561,550	146,781	-6,656	9,627	3960,861
	14,250	3,150	81,310	4443,879	3377,348	146,775	-6,645	9,245	3936,271
	13,500	3,900	76,885	4202,029	3193,542	146,769	-6,632	8,864	3911,861
	12,750	4,650	72,469	3960,702	3010,134	146,762	-6,620	8,482	3887,631
	12,000	5,400	68,063	3719,897	2827,122	146,755	-6,606	8,101	3863,581
	11,250	6,150	63,667	3479,615	2644,507	146,748	-6,592	7,719	3839,708
	10,500	6,900	59,280	3239,854	2462,289	146,740	-6,576	7,338	3816,012
	9,750	7,650	54,903	3000,617	2280,469	146,732	-6,560	6,956	3791,437
	9,000	8,400	50,538	2762,101	2099,197	146,724	-6,542	6,575	3752,417
	8,250	9,150	46,190	2524,460	1918,590	146,715	-6,523	6,193	3713,887
	7,500	9,900	41,858	2287,695	1738,648	146,707	-6,503	5,812	3675,845
	6,750	10,650	37,542	2051,806	1559,372	146,698	-6,481	5,431	3638,287
	6,000	11,400	33,242	1816,792	1380,762	146,689	-6,457	5,050	3601,210
	5,250	12,150	28,958	1582,653	1202,817	146,680	-6,429	4,670	3564,609
	4,500	12,900	24,690	1349,390	1025,537	146,671	-6,396	4,288	3528,483
	3,750	13,650	20,438	1117,003	848,922	146,660	-6,353	3,906	3492,826
	3,000	14,400	16,202	885,491	672,973	146,649	-6,295	3,522	3457,636
	2,250	15,150	12,018	656,842	499,200	146,637	-6,226	3,137	3250,153
	1,500	15,900	7,923	433,044	329,113	146,625	-6,157	2,756	3051,534
	0,750	16,650	3,917	214,097	162,713	146,613	-6,088	2,376	2861,574
	0,193	17,207	1,000	54,653	41,536	146,603	-6,038	2,097	2726,001
	0,000	17,400	0,000	0,000	0,000	146,600	-6,020	2,000	0,000

## Tank Calibrations - T. CARGA N°3 ER

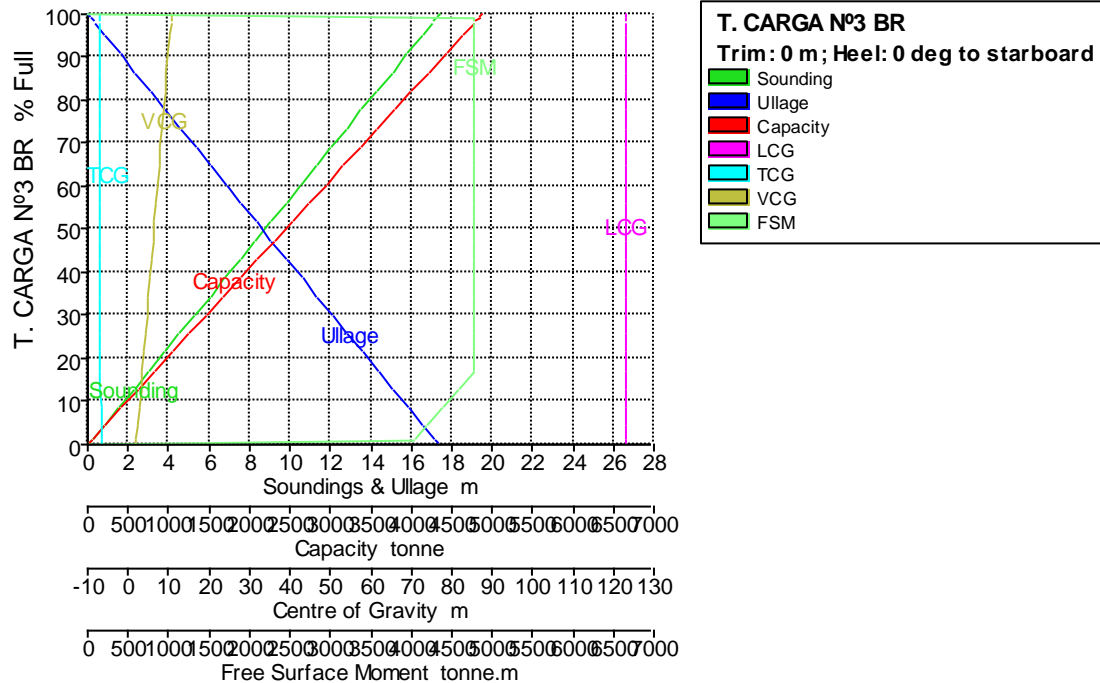
Fluid Type = Gasóleo      Specific gravity = 0,85  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. CARGA N°3 ER	17,400	0,000	100,000	5741,932	4880,642	122,998	7,017	10,738	0,000
	17,250	0,150	99,134	5692,189	4838,361	122,998	7,016	10,663	4765,276
	17,054	0,346	98,000	5627,093	4783,029	122,997	7,016	10,565	4765,276
	17,036	0,364	97,900	5621,351	4778,148	122,997	7,016	10,556	4765,276
	16,500	0,900	94,802	5443,476	4626,954	122,997	7,015	10,288	4765,276
	15,750	1,650	90,471	5194,762	4415,548	122,997	7,013	9,912	4765,276
	15,000	2,400	86,139	4946,049	4204,141	122,997	7,011	9,537	4765,276
	14,250	3,150	81,808	4697,335	3992,735	122,997	7,009	9,162	4765,276
	13,500	3,900	77,476	4448,622	3781,328	122,997	7,007	8,786	4765,276
	12,750	4,650	73,145	4199,908	3569,922	122,997	7,004	8,411	4765,276
	12,000	5,400	68,813	3951,194	3358,515	122,996	7,002	8,036	4765,276
	11,250	6,150	64,481	3702,481	3147,109	122,996	6,998	7,660	4765,276
	10,500	6,900	60,150	3453,767	2935,702	122,996	6,995	7,285	4765,276
	9,750	7,650	55,818	3205,054	2724,296	122,996	6,990	6,909	4765,276
	9,000	8,400	51,487	2956,340	2512,889	122,995	6,985	6,533	4765,276
	8,250	9,150	47,155	2707,626	2301,483	122,995	6,979	6,158	4765,276
	7,500	9,900	42,824	2458,913	2090,076	122,994	6,972	5,782	4765,276
	6,750	10,650	38,492	2210,199	1878,669	122,994	6,963	5,405	4765,276
	6,000	11,400	34,161	1961,486	1667,263	122,993	6,952	5,029	4765,276
	5,250	12,150	29,829	1712,772	1455,856	122,992	6,938	4,652	4765,276
	4,500	12,900	25,498	1464,059	1244,450	122,990	6,919	4,274	4765,276
	3,750	13,650	21,166	1215,345	1033,043	122,988	6,893	3,895	4765,276
	3,000	14,400	16,835	966,631	821,637	122,985	6,852	3,515	4765,276
	2,250	15,150	12,534	719,682	611,730	122,982	6,801	3,133	4565,391
	1,500	15,900	8,294	476,260	404,821	122,978	6,751	2,754	4371,236
	0,750	16,650	4,116	236,366	200,911	122,974	6,700	2,376	4182,726
	0,183	17,217	1,000	57,419	48,806	122,971	6,662	2,092	4043,963
	0,000	17,400	0,000	0,000	0,000	122,970	6,650	2,000	0,000

## Tank Calibrations - T. CARGA N°3 BR

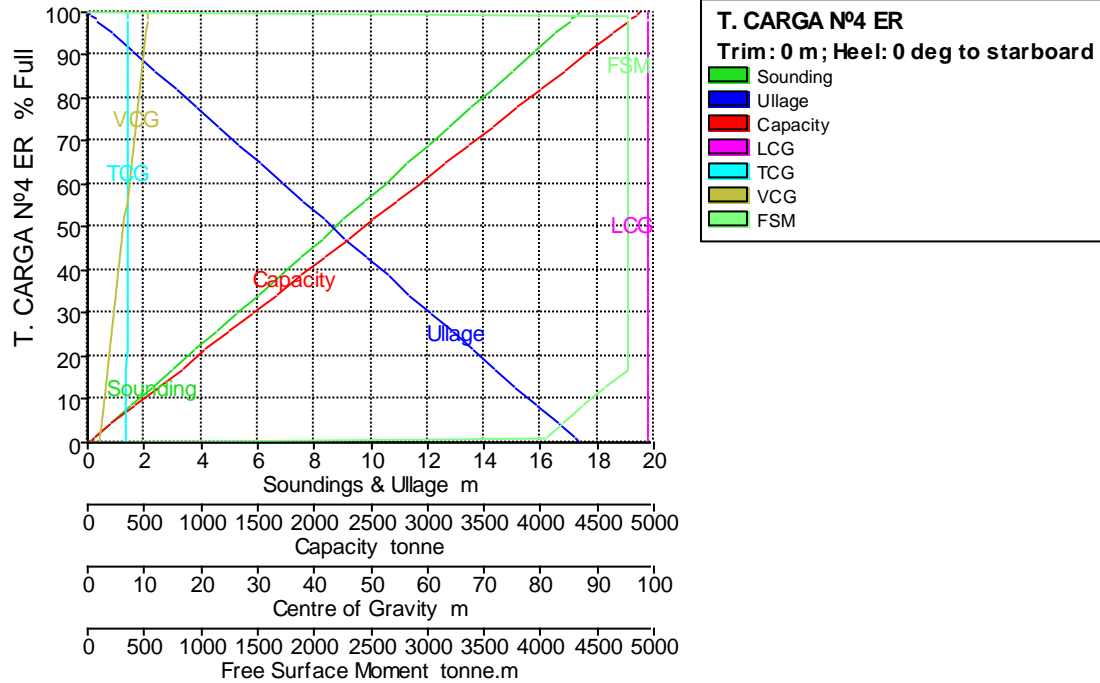
Fluid Type = Gasóleo      Specific gravity = 0,85  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. CARGA N°3 BR	17,400	0,000	100,000	5741,932	4880,642	122,998	-7,017	10,738	0,000
	17,250	0,150	99,134	5692,189	4838,361	122,998	-7,016	10,663	4765,276
	17,054	0,346	98,000	5627,093	4783,029	122,997	-7,016	10,565	4765,276
	17,036	0,364	97,900	5621,351	4778,148	122,997	-7,016	10,556	4765,276
	16,500	0,900	94,802	5443,476	4626,954	122,997	-7,015	10,288	4765,276
	15,750	1,650	90,471	5194,762	4415,548	122,997	-7,013	9,912	4765,276
	15,000	2,400	86,139	4946,049	4204,141	122,997	-7,011	9,537	4765,276
	14,250	3,150	81,808	4697,335	3992,735	122,997	-7,009	9,162	4765,276
	13,500	3,900	77,476	4448,622	3781,328	122,997	-7,007	8,786	4765,276
	12,750	4,650	73,145	4199,908	3569,922	122,997	-7,004	8,411	4765,276
	12,000	5,400	68,813	3951,194	3358,515	122,996	-7,002	8,036	4765,276
	11,250	6,150	64,481	3702,481	3147,109	122,996	-6,998	7,660	4765,276
	10,500	6,900	60,150	3453,767	2935,702	122,996	-6,995	7,285	4765,276
	9,750	7,650	55,818	3205,054	2724,296	122,996	-6,990	6,909	4765,276
	9,000	8,400	51,487	2956,340	2512,889	122,995	-6,985	6,533	4765,276
	8,250	9,150	47,155	2707,626	2301,483	122,995	-6,979	6,158	4765,276
	7,500	9,900	42,824	2458,913	2090,076	122,994	-6,972	5,782	4765,276
	6,750	10,650	38,492	2210,199	1878,669	122,994	-6,963	5,405	4765,276
	6,000	11,400	34,161	1961,486	1667,263	122,993	-6,952	5,029	4765,276
	5,250	12,150	29,829	1712,772	1455,856	122,992	-6,938	4,652	4765,276
	4,500	12,900	25,498	1464,059	1244,450	122,990	-6,919	4,274	4765,276
	3,750	13,650	21,166	1215,345	1033,043	122,988	-6,893	3,895	4765,276
	3,000	14,400	16,835	966,631	821,637	122,985	-6,852	3,515	4765,276
	2,250	15,150	12,534	719,682	611,730	122,982	-6,801	3,133	4565,391
	1,500	15,900	8,294	476,260	404,821	122,978	-6,751	2,754	4371,236
	0,750	16,650	4,116	236,366	200,911	122,974	-6,700	2,376	4182,726
	0,183	17,217	1,000	57,419	48,806	122,971	-6,662	2,092	4043,963
	0,000	17,400	0,000	0,000	0,000	122,970	-6,650	2,000	0,000

## Tank Calibrations - T. CARGA N°4 ER

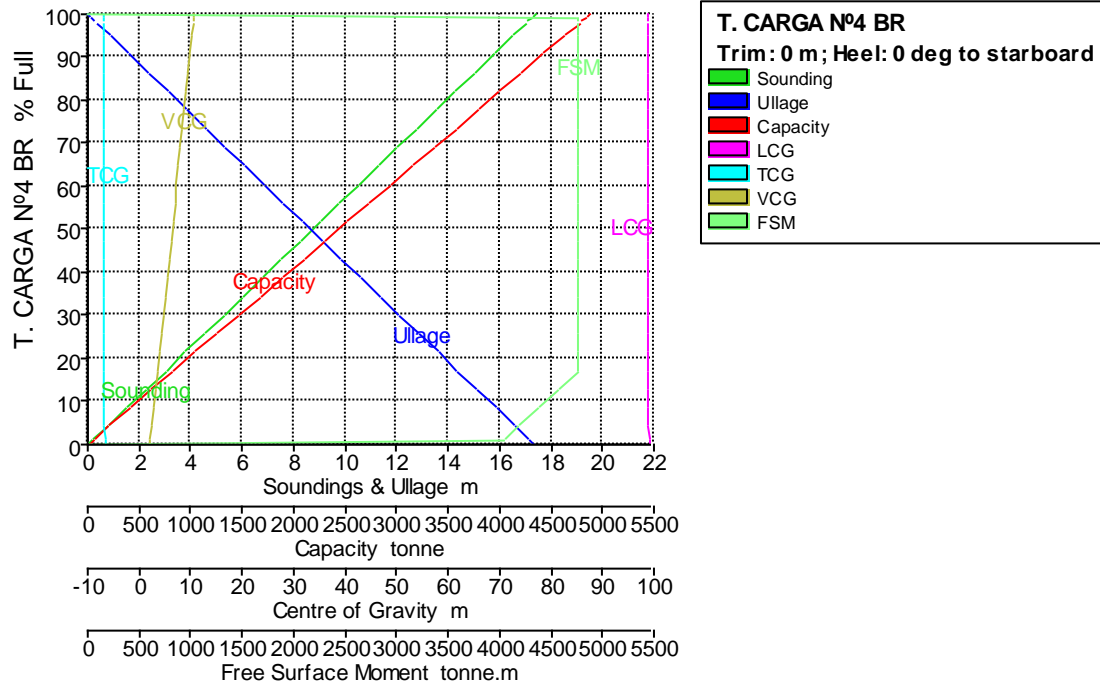
Fluid Type = Gasóleo      Specific gravity = 0,85  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. CARGA N°4 ER	17,400	0,000	100,000	5741,932	4880,642	99,002	7,017	10,738	0,000
	17,250	0,150	99,134	5692,189	4838,361	99,002	7,016	10,663	4765,276
	17,054	0,346	98,000	5627,093	4783,029	99,003	7,016	10,565	4765,276
	17,036	0,364	97,900	5621,351	4778,148	99,003	7,016	10,556	4765,276
	16,500	0,900	94,802	5443,476	4626,954	99,003	7,015	10,288	4765,276
	15,750	1,650	90,471	5194,762	4415,548	99,003	7,013	9,912	4765,276
	15,000	2,400	86,139	4946,049	4204,141	99,003	7,011	9,537	4765,276
	14,250	3,150	81,808	4697,335	3992,735	99,003	7,009	9,162	4765,276
	13,500	3,900	77,476	4448,622	3781,328	99,003	7,007	8,786	4765,276
	12,750	4,650	73,145	4199,908	3569,922	99,003	7,004	8,411	4765,276
	12,000	5,400	68,813	3951,194	3358,515	99,004	7,002	8,036	4765,276
	11,250	6,150	64,481	3702,481	3147,109	99,004	6,998	7,660	4765,276
	10,500	6,900	60,150	3453,767	2935,702	99,004	6,995	7,285	4765,276
	9,750	7,650	55,818	3205,054	2724,296	99,004	6,990	6,909	4765,276
	9,000	8,400	51,487	2956,340	2512,889	99,005	6,985	6,533	4765,276
	8,250	9,150	47,155	2707,626	2301,483	99,005	6,979	6,158	4765,276
	7,500	9,900	42,824	2458,913	2090,076	99,006	6,972	5,782	4765,276
	6,750	10,650	38,492	2210,199	1878,669	99,006	6,963	5,405	4765,276
	6,000	11,400	34,161	1961,486	1667,263	99,007	6,952	5,029	4765,276
	5,250	12,150	29,829	1712,772	1455,856	99,008	6,938	4,652	4765,276
	4,500	12,900	25,498	1464,059	1244,450	99,010	6,919	4,274	4765,276
	3,750	13,650	21,166	1215,345	1033,043	99,012	6,893	3,895	4765,276
	3,000	14,400	16,835	966,631	821,637	99,015	6,852	3,515	4765,276
	2,250	15,150	12,534	719,682	611,730	99,018	6,801	3,133	4565,391
	1,500	15,900	8,294	476,260	404,821	99,022	6,751	2,754	4371,236
	0,750	16,650	4,116	236,366	200,911	99,026	6,700	2,376	4182,726
	0,183	17,217	1,000	57,419	48,806	99,029	6,662	2,092	4043,963
	0,000	17,400	0,000	0,000	0,000	99,030	6,650	2,000	0,000

## Tank Calibrations - T. CARGA N°4 BR

Fluid Type = Gasóleo      Specific gravity = 0,85  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

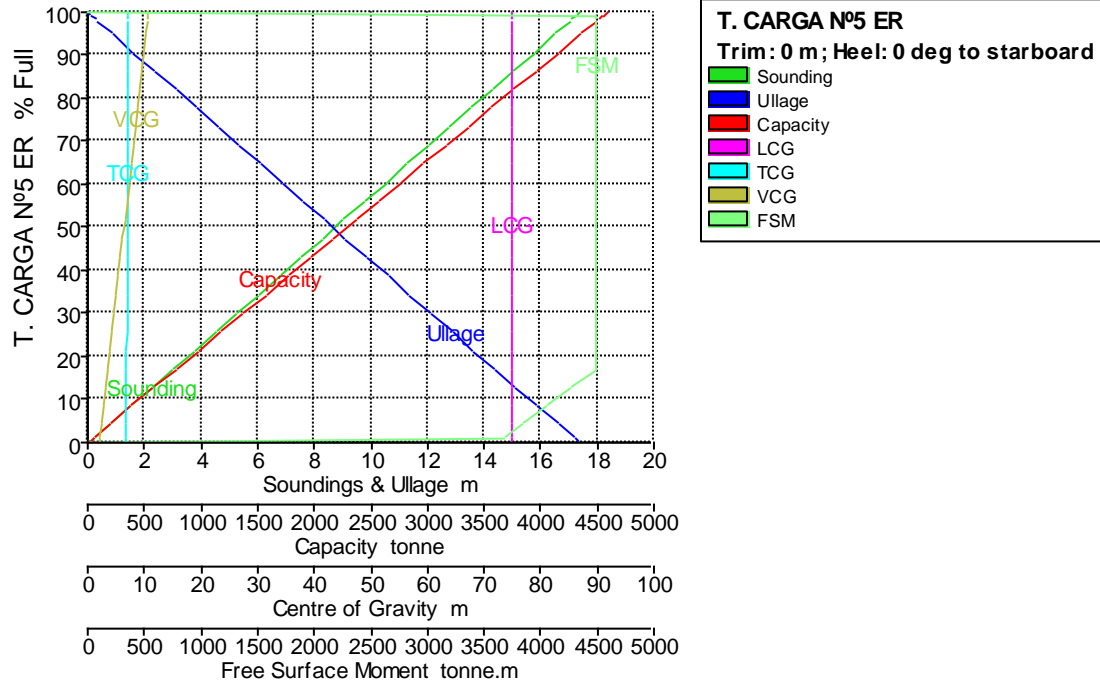


Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. CARGA N°4 BR	17,400	0,000	100,000	5741,932	4880,642	99,002	-7,017	10,738	0,000
	17,250	0,150	99,134	5692,189	4838,361	99,002	-7,016	10,663	4765,276
	17,054	0,346	98,000	5627,093	4783,029	99,003	-7,016	10,565	4765,276
	17,036	0,364	97,900	5621,351	4778,148	99,003	-7,016	10,556	4765,276
	16,500	0,900	94,802	5443,476	4626,954	99,003	-7,015	10,288	4765,276
	15,750	1,650	90,471	5194,762	4415,548	99,003	-7,013	9,912	4765,276
	15,000	2,400	86,139	4946,049	4204,141	99,003	-7,011	9,537	4765,276
	14,250	3,150	81,808	4697,335	3992,735	99,003	-7,009	9,162	4765,276
	13,500	3,900	77,476	4448,622	3781,328	99,003	-7,007	8,786	4765,276
	12,750	4,650	73,145	4199,908	3569,922	99,003	-7,004	8,411	4765,276
	12,000	5,400	68,813	3951,194	3358,515	99,004	-7,002	8,036	4765,276
	11,250	6,150	64,481	3702,481	3147,109	99,004	-6,998	7,660	4765,276
	10,500	6,900	60,150	3453,767	2935,702	99,004	-6,995	7,285	4765,276
	9,750	7,650	55,818	3205,054	2724,296	99,004	-6,990	6,909	4765,276
	9,000	8,400	51,487	2956,340	2512,889	99,005	-6,985	6,533	4765,276
	8,250	9,150	47,155	2707,626	2301,483	99,005	-6,979	6,158	4765,276
	7,500	9,900	42,824	2458,913	2090,076	99,006	-6,972	5,782	4765,276
	6,750	10,650	38,492	2210,199	1878,669	99,006	-6,963	5,405	4765,276
	6,000	11,400	34,161	1961,486	1667,263	99,007	-6,952	5,029	4765,276
	5,250	12,150	29,829	1712,772	1455,856	99,008	-6,938	4,652	4765,276
	4,500	12,900	25,498	1464,059	1244,450	99,010	-6,919	4,274	4765,276
	3,750	13,650	21,166	1215,345	1033,043	99,012	-6,893	3,895	4765,276
	3,000	14,400	16,835	966,631	821,637	99,015	-6,852	3,515	4765,276
	2,250	15,150	12,534	719,682	611,730	99,018	-6,801	3,133	4565,391
	1,500	15,900	8,294	476,260	404,821	99,022	-6,751	2,754	4371,236
	0,750	16,650	4,116	236,366	200,911	99,026	-6,700	2,376	4182,726
	0,183	17,217	1,000	57,419	48,806	99,029	-6,662	2,092	4043,963
	0,000	17,400	0,000	0,000	0,000	99,030	-6,650	2,000	0,000



## Tank Calibrations - T. CARGA N°5 ER

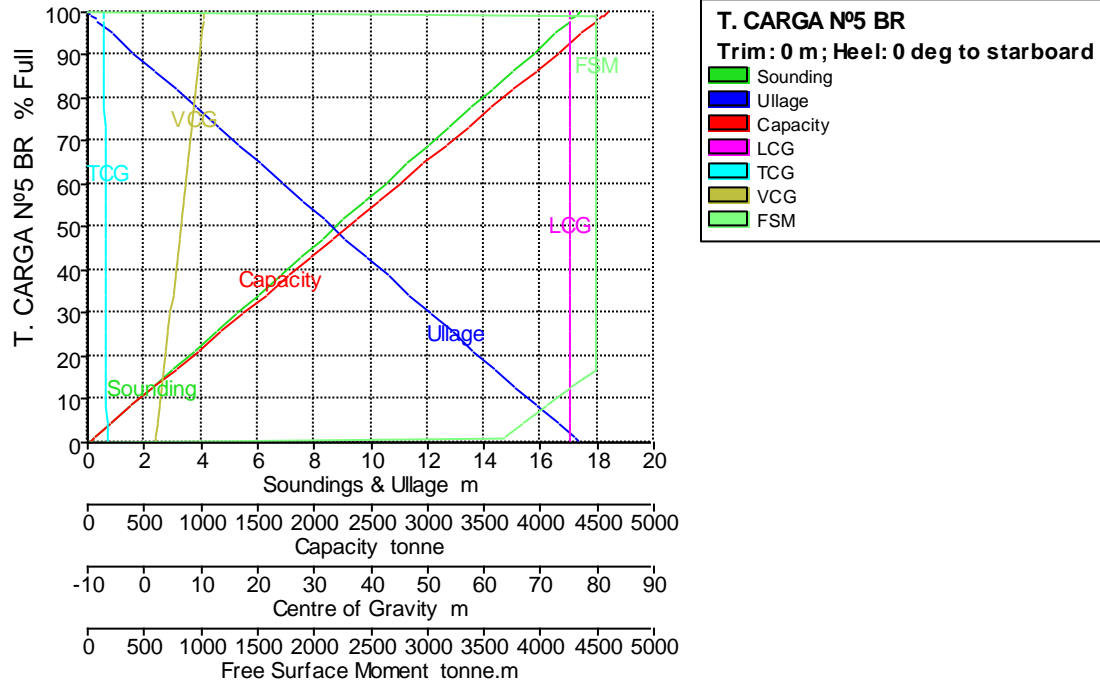
Fluid Type = Queroseno      Specific gravity = 0,8  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. CARGA N°5 ER	17,400	0,000	100,000	5736,470	4589,176	75,001	7,010	10,745	0,000
	17,250	0,150	99,133	5686,727	4549,382	75,001	7,010	10,670	4484,966
	17,054	0,346	98,000	5621,740	4497,392	75,001	7,010	10,572	4484,966
	17,037	0,363	97,900	5616,004	4492,804	75,001	7,010	10,563	4484,966
	16,500	0,900	94,797	5438,014	4350,411	75,001	7,008	10,295	4484,966
	15,750	1,650	90,462	5189,300	4151,440	75,001	7,006	9,920	4484,966
	15,000	2,400	86,126	4940,587	3952,469	75,002	7,004	9,544	4484,966
	14,250	3,150	81,790	4691,873	3753,498	75,002	7,002	9,169	4484,966
	13,500	3,900	77,455	4443,159	3554,527	75,002	6,999	8,794	4484,966
	12,750	4,650	73,119	4194,446	3355,557	75,002	6,996	8,418	4484,966
	12,000	5,400	68,783	3945,732	3156,586	75,002	6,993	8,043	4484,966
	11,250	6,150	64,448	3697,018	2957,615	75,002	6,989	7,667	4484,966
	10,500	6,900	60,112	3448,305	2758,644	75,002	6,984	7,292	4484,966
	9,750	7,650	55,776	3199,591	2559,673	75,002	6,979	6,916	4484,966
	9,000	8,400	51,441	2950,878	2360,702	75,003	6,973	6,540	4484,966
	8,250	9,150	47,105	2702,164	2161,731	75,003	6,966	6,164	4484,966
	7,500	9,900	42,769	2453,450	1962,760	75,003	6,958	5,788	4484,966
	6,750	10,650	38,434	2204,737	1763,789	75,004	6,947	5,411	4484,966
	6,000	11,400	34,098	1956,023	1564,819	75,004	6,934	5,034	4484,966
	5,250	12,150	29,762	1707,310	1365,848	75,005	6,917	4,657	4484,966
	4,500	12,900	25,427	1458,596	1166,877	75,005	6,895	4,279	4484,966
	3,750	13,650	21,091	1209,882	967,906	75,006	6,863	3,899	4484,966
	3,000	14,400	16,755	961,169	768,935	75,008	6,814	3,518	4484,966
	2,250	15,150	12,456	714,560	571,648	75,010	6,753	3,135	4261,018
	1,500	15,900	8,231	472,163	377,730	75,012	6,693	2,754	4044,670
	0,750	16,650	4,079	233,976	187,181	75,014	6,632	2,376	3835,788
	0,185	17,215	1,000	57,365	45,892	75,016	6,587	2,093	3683,318
	0,000	17,400	0,000	0,000	0,000	75,017	6,573	2,000	0,000

## Tank Calibrations - T. CARGA N°5 BR

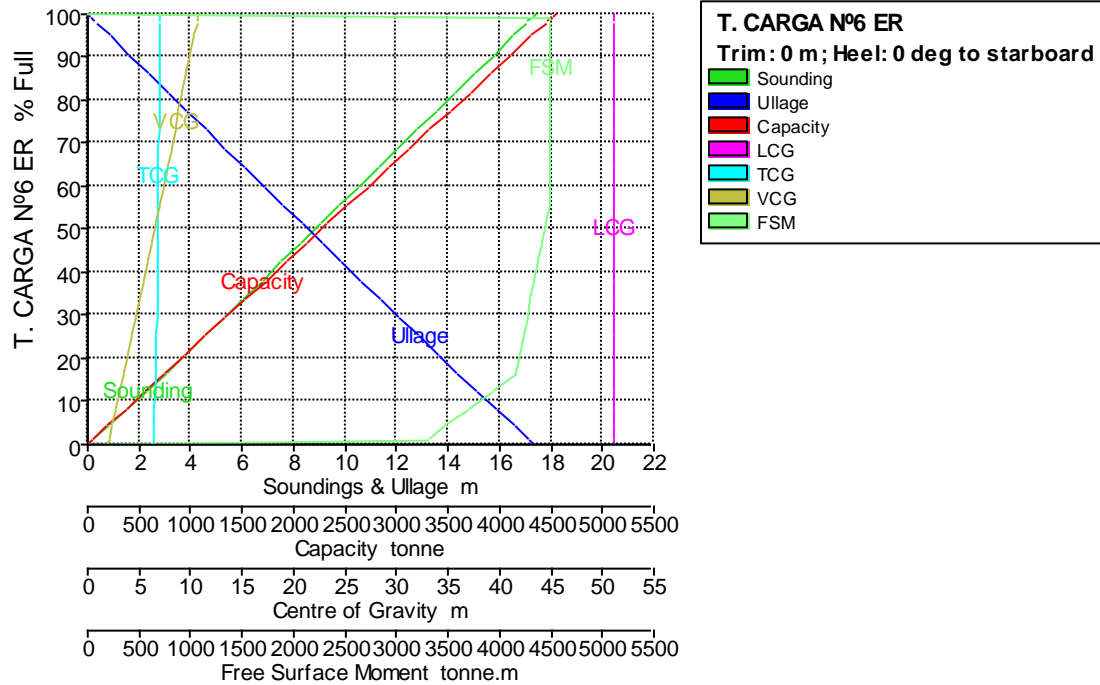
Fluid Type = Queroseno      Specific gravity = 0,8  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. CARGA N°5 BR	17,400	0,000	100,000	5736,470	4589,176	75,001	-7,010	10,745	0,000
	17,250	0,150	99,133	5686,727	4549,382	75,001	-7,010	10,670	4484,966
	17,054	0,346	98,000	5621,740	4497,392	75,001	-7,010	10,572	4484,966
	17,037	0,363	97,900	5616,004	4492,804	75,001	-7,010	10,563	4484,966
	16,500	0,900	94,797	5438,014	4350,411	75,001	-7,008	10,295	4484,966
	15,750	1,650	90,462	5189,300	4151,440	75,001	-7,006	9,920	4484,966
	15,000	2,400	86,126	4940,587	3952,469	75,002	-7,004	9,544	4484,966
	14,250	3,150	81,790	4691,873	3753,498	75,002	-7,002	9,169	4484,966
	13,500	3,900	77,455	4443,159	3554,527	75,002	-6,999	8,794	4484,966
	12,750	4,650	73,119	4194,446	3355,557	75,002	-6,996	8,418	4484,966
	12,000	5,400	68,783	3945,732	3156,586	75,002	-6,993	8,043	4484,966
	11,250	6,150	64,448	3697,018	2957,615	75,002	-6,989	7,667	4484,966
	10,500	6,900	60,112	3448,305	2758,644	75,002	-6,984	7,292	4484,966
	9,750	7,650	55,776	3199,591	2559,673	75,002	-6,979	6,916	4484,966
	9,000	8,400	51,441	2950,878	2360,702	75,003	-6,973	6,540	4484,966
	8,250	9,150	47,105	2702,164	2161,731	75,003	-6,966	6,164	4484,966
	7,500	9,900	42,769	2453,450	1962,760	75,003	-6,958	5,788	4484,966
	6,750	10,650	38,434	2204,737	1763,789	75,004	-6,947	5,411	4484,966
	6,000	11,400	34,098	1956,023	1564,819	75,004	-6,934	5,034	4484,966
	5,250	12,150	29,762	1707,310	1365,848	75,005	-6,917	4,657	4484,966
	4,500	12,900	25,427	1458,596	1166,877	75,005	-6,895	4,279	4484,966
	3,750	13,650	21,091	1209,882	967,906	75,006	-6,863	3,899	4484,966
	3,000	14,400	16,755	961,169	768,935	75,008	-6,814	3,518	4484,966
	2,250	15,150	12,456	714,560	571,648	75,010	-6,753	3,135	4261,018
	1,500	15,900	8,231	472,163	377,730	75,012	-6,693	2,754	4044,670
	0,750	16,650	4,079	233,976	187,181	75,014	-6,632	2,376	3835,788
	0,185	17,215	1,000	57,365	45,892	75,016	-6,587	2,093	3683,318
	0,000	17,400	0,000	0,000	0,000	75,017	-6,573	2,000	0,000

## Tank Calibrations - T. CARGA N°6 ER

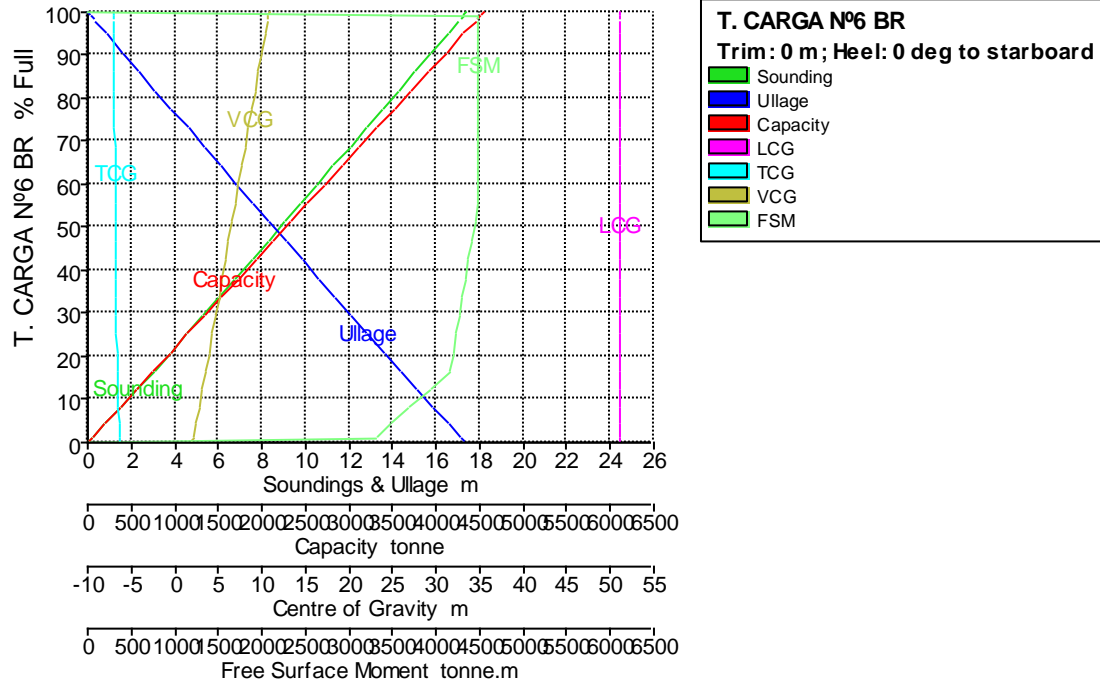
Fluid Type = Queroseno      Specific gravity = 0,8  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. CARGA N°6 ER	17,400	0,000	100,000	5678,496	4542,797	51,039	6,943	10,801	0,000
	17,250	0,150	99,124	5628,754	4503,003	51,040	6,942	10,726	4484,967
	17,058	0,342	98,000	5564,927	4451,942	51,040	6,941	10,629	4484,967
	17,040	0,360	97,900	5559,248	4447,398	51,040	6,941	10,620	4484,967
	16,500	0,900	94,744	5380,040	4304,032	51,042	6,937	10,349	4484,967
	15,750	1,650	90,364	5131,327	4105,061	51,044	6,932	9,972	4484,967
	15,000	2,400	85,984	4882,613	3906,090	51,046	6,926	9,595	4484,967
	14,250	3,150	81,604	4633,899	3707,119	51,048	6,919	9,218	4484,967
	13,500	3,900	77,224	4385,186	3508,148	51,051	6,911	8,840	4484,967
	12,750	4,650	72,844	4136,472	3309,178	51,054	6,903	8,462	4484,967
	12,000	5,400	68,465	3887,758	3110,207	51,058	6,894	8,084	4484,967
	11,250	6,150	64,085	3639,045	2911,236	51,062	6,883	7,705	4484,967
	10,500	6,900	59,705	3390,331	2712,265	51,066	6,871	7,326	4484,967
	9,750	7,650	55,325	3141,619	2513,295	51,071	6,857	6,946	4482,512
	9,000	8,400	50,952	2893,291	2314,633	51,077	6,841	6,566	4445,867
	8,250	9,150	46,591	2645,644	2116,515	51,083	6,824	6,186	4409,560
	7,500	9,900	42,241	2398,678	1918,943	51,088	6,806	5,806	4373,588
	6,750	10,650	37,904	2152,393	1721,915	51,094	6,786	5,426	4337,950
	6,000	11,400	33,579	1906,789	1525,431	51,099	6,763	5,047	4302,645
	5,250	12,150	29,266	1661,866	1329,493	51,105	6,737	4,667	4267,670
	4,500	12,900	24,965	1417,624	1134,099	51,110	6,704	4,286	4233,024
	3,750	13,650	20,676	1174,062	939,250	51,115	6,663	3,905	4198,706
	3,000	14,400	16,398	931,182	744,946	51,120	6,605	3,521	4164,713
	2,250	15,150	12,170	691,078	552,863	51,125	6,534	3,137	3919,710
	1,500	15,900	8,028	455,847	364,677	51,130	6,464	2,755	3684,593
	0,750	16,650	3,971	225,487	180,390	51,136	6,394	2,376	3459,156
	0,190	17,210	1,000	56,785	45,428	51,139	6,343	2,095	3297,135
	0,000	17,400	0,000	0,000	0,000	51,141	6,325	2,000	0,000

## Tank Calibrations - T. CARGA N°6 BR

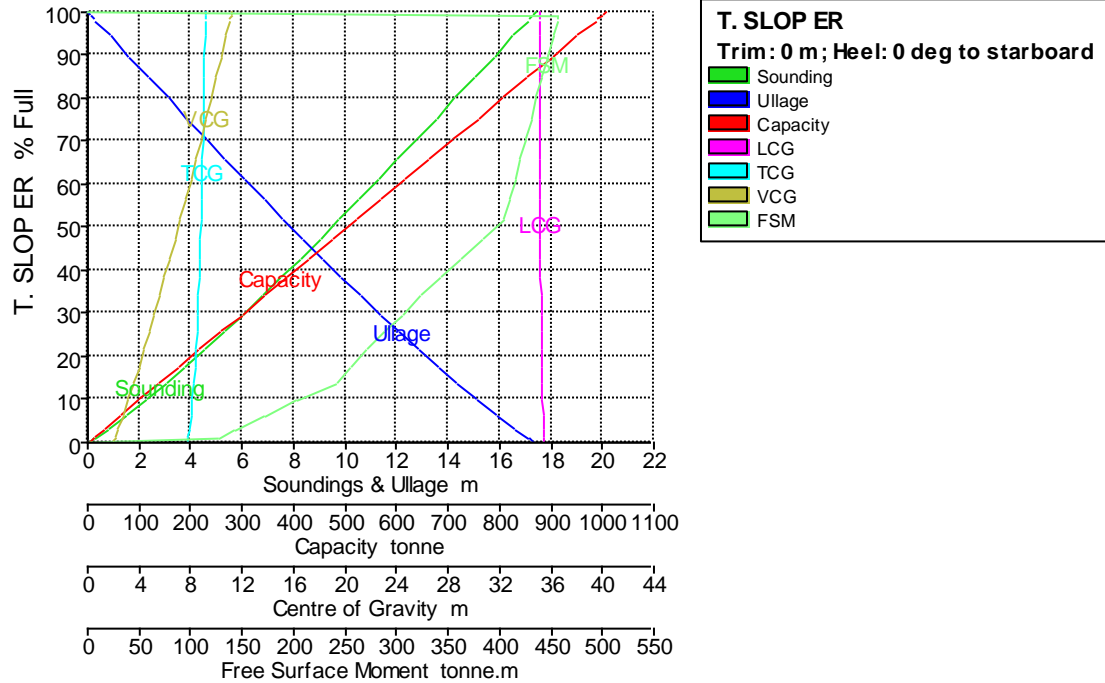
Fluid Type = Queroseno      Specific gravity = 0,8  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. CARGA N°6 BR	17,400	0,000	100,000	5678,496	4542,797	51,039	-6,943	10,801	0,000
	17,250	0,150	99,124	5628,754	4503,003	51,040	-6,942	10,726	4484,967
	17,058	0,342	98,000	5564,927	4451,942	51,040	-6,941	10,629	4484,967
	17,040	0,360	97,900	5559,248	4447,398	51,040	-6,941	10,620	4484,967
	16,500	0,900	94,744	5380,040	4304,032	51,042	-6,937	10,349	4484,967
	15,750	1,650	90,364	5131,327	4105,061	51,044	-6,932	9,972	4484,967
	15,000	2,400	85,984	4882,613	3906,090	51,046	-6,926	9,595	4484,967
	14,250	3,150	81,604	4633,899	3707,119	51,048	-6,919	9,218	4484,967
	13,500	3,900	77,224	4385,186	3508,148	51,051	-6,911	8,840	4484,967
	12,750	4,650	72,844	4136,472	3309,178	51,054	-6,903	8,462	4484,967
	12,000	5,400	68,465	3887,758	3110,207	51,058	-6,894	8,084	4484,967
	11,250	6,150	64,085	3639,045	2911,236	51,062	-6,883	7,705	4484,967
	10,500	6,900	59,705	3390,331	2712,265	51,066	-6,871	7,326	4484,967
	9,750	7,650	55,325	3141,619	2513,295	51,071	-6,857	6,946	4482,512
	9,000	8,400	50,952	2893,291	2314,633	51,077	-6,841	6,566	4445,867
	8,250	9,150	46,591	2645,644	2116,515	51,083	-6,824	6,186	4409,560
	7,500	9,900	42,241	2398,678	1918,943	51,088	-6,806	5,806	4373,588
	6,750	10,650	37,904	2152,393	1721,915	51,094	-6,786	5,426	4337,950
	6,000	11,400	33,579	1906,789	1525,431	51,099	-6,763	5,047	4302,645
	5,250	12,150	29,266	1661,866	1329,493	51,105	-6,737	4,667	4267,670
	4,500	12,900	24,965	1417,624	1134,099	51,110	-6,704	4,286	4233,024
	3,750	13,650	20,676	1174,062	939,250	51,115	-6,663	3,905	4198,706
	3,000	14,400	16,398	931,182	744,946	51,120	-6,605	3,521	4164,713
	2,250	15,150	12,170	691,078	552,863	51,125	-6,534	3,137	3919,710
	1,500	15,900	8,028	455,847	364,677	51,130	-6,464	2,755	3684,593
	0,750	16,650	3,971	225,487	180,390	51,136	-6,394	2,376	3459,156
	0,190	17,210	1,000	56,785	45,428	51,139	-6,343	2,095	3297,135
	0,000	17,400	0,000	0,000	0,000	51,141	-6,325	2,000	0,000

## Tank Calibrations - T. SLOP ER

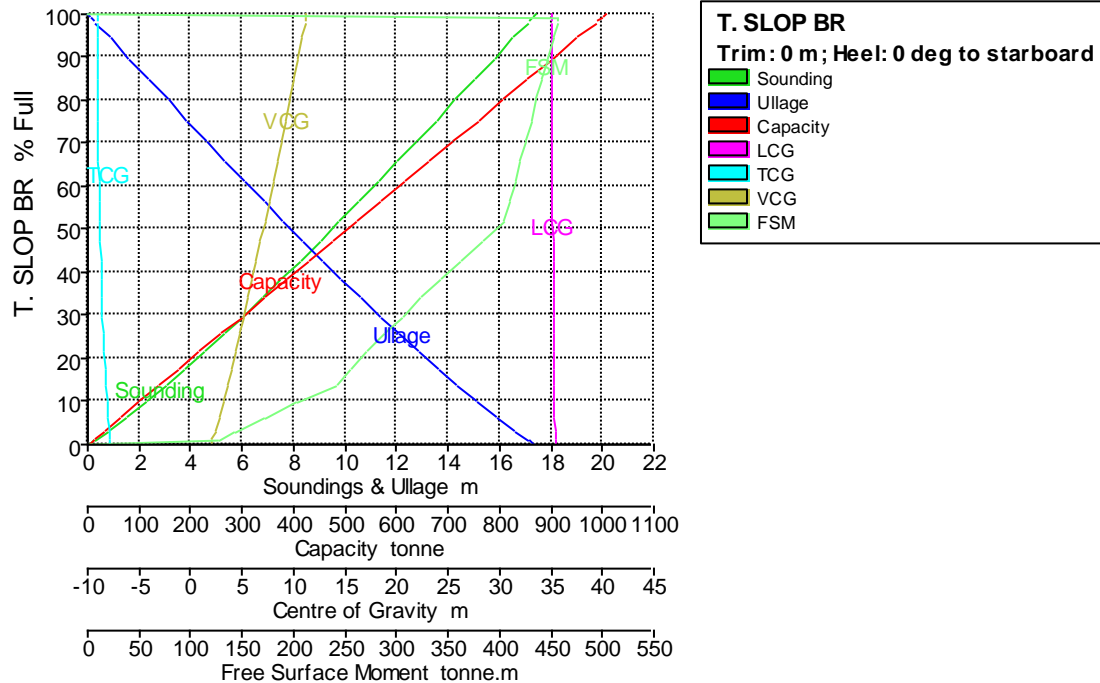
Fluid Type = Slops      Specific gravity = 0,913  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. SLOP ER	17,400	0,000	100,000	1104,220	1008,153	35,106	9,122	11,268	0,000
	17,250	0,150	99,031	1093,524	998,387	35,107	9,118	11,189	457,504
	17,090	0,310	98,000	1082,135	987,989	35,108	9,113	11,105	456,322
	17,075	0,325	97,900	1081,031	986,981	35,108	9,113	11,097	456,208
	16,500	0,900	94,200	1040,174	949,679	35,112	9,096	10,795	451,989
	15,750	1,650	89,388	987,041	901,168	35,118	9,074	10,400	446,549
	15,000	2,400	84,596	934,124	852,855	35,124	9,049	10,005	441,183
	14,250	3,150	79,823	881,424	804,740	35,130	9,024	9,609	435,891
	13,500	3,900	75,070	828,940	756,823	35,136	8,996	9,212	430,673
	12,750	4,650	70,337	776,673	709,103	35,144	8,965	8,815	425,528
	12,000	5,400	65,623	724,623	661,581	35,151	8,932	8,415	420,455
	11,250	6,150	60,929	672,789	614,256	35,159	8,895	8,014	415,453
	10,500	6,900	56,254	621,171	567,129	35,169	8,854	7,610	410,523
	9,750	7,650	51,599	569,772	520,202	35,179	8,807	7,202	404,485
	9,000	8,400	47,003	519,022	473,867	35,190	8,757	6,794	382,522
	8,250	9,150	42,496	469,254	428,429	35,202	8,706	6,388	361,569
	7,500	9,900	38,078	420,470	383,889	35,214	8,654	5,983	341,596
	6,750	10,650	33,749	372,668	340,246	35,227	8,600	5,580	322,578
	6,000	11,400	29,509	325,850	297,501	35,240	8,543	5,178	304,486
	5,250	12,150	25,359	280,014	255,653	35,255	8,482	4,778	287,293
	4,500	12,900	21,297	235,161	214,702	35,272	8,415	4,377	270,971
	3,750	13,650	17,324	191,291	174,649	35,291	8,336	3,976	255,493
	3,000	14,400	13,440	148,404	135,493	35,315	8,237	3,571	240,829
	2,250	15,150	9,720	107,332	97,994	35,343	8,124	3,167	203,056
	1,500	15,900	6,240	68,907	62,912	35,373	8,014	2,769	170,195
	0,750	16,650	3,000	33,130	30,248	35,406	7,908	2,380	141,827
	0,257	17,143	1,000	11,042	10,082	35,429	7,840	2,129	125,415
	0,000	17,400	0,000	0,000	0,000	35,441	7,806	2,000	0,000

## Tank Calibrations - T. SLOP BR

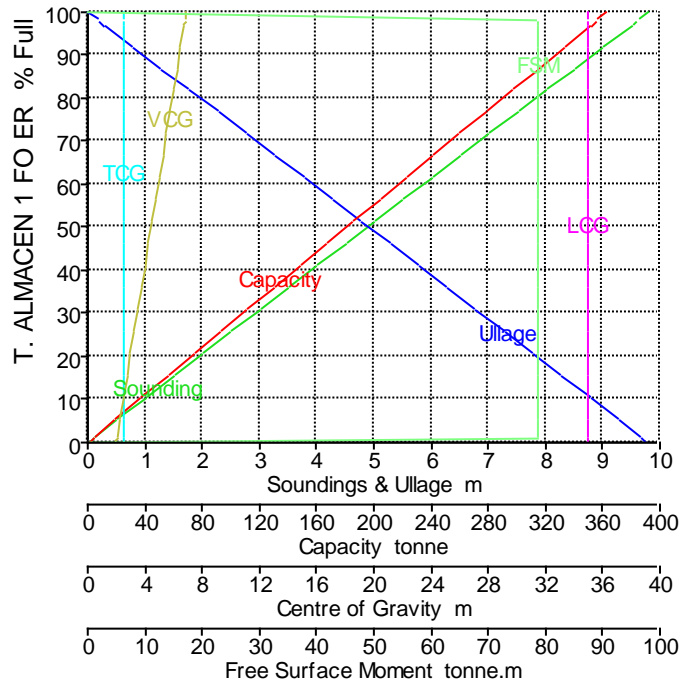
Fluid Type = Slops      Specific gravity = 0,913  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. SLOP BR	17,400	0,000	100,000	1104,220	1008,153	35,106	-9,122	11,268	0,000
	17,250	0,150	99,031	1093,524	998,387	35,107	-9,118	11,189	457,504
	17,090	0,310	98,000	1082,135	987,989	35,108	-9,113	11,105	456,322
	17,075	0,325	97,900	1081,031	986,981	35,108	-9,113	11,097	456,208
	16,500	0,900	94,200	1040,174	949,679	35,112	-9,096	10,795	451,989
	15,750	1,650	89,388	987,041	901,168	35,118	-9,074	10,400	446,549
	15,000	2,400	84,596	934,124	852,855	35,124	-9,049	10,005	441,183
	14,250	3,150	79,823	881,424	804,740	35,130	-9,024	9,609	435,891
	13,500	3,900	75,070	828,940	756,823	35,136	-8,996	9,212	430,673
	12,750	4,650	70,337	776,673	709,103	35,144	-8,965	8,815	425,528
	12,000	5,400	65,623	724,623	661,581	35,151	-8,932	8,415	420,455
	11,250	6,150	60,929	672,789	614,256	35,159	-8,895	8,014	415,453
	10,500	6,900	56,254	621,171	567,129	35,169	-8,854	7,610	410,523
	9,750	7,650	51,599	569,772	520,202	35,179	-8,807	7,202	404,485
	9,000	8,400	47,003	519,022	473,867	35,190	-8,757	6,794	382,522
	8,250	9,150	42,496	469,254	428,429	35,202	-8,706	6,388	361,569
	7,500	9,900	38,078	420,470	383,889	35,214	-8,654	5,983	341,596
	6,750	10,650	33,749	372,668	340,246	35,227	-8,600	5,580	322,578
	6,000	11,400	29,509	325,850	297,501	35,240	-8,543	5,178	304,486
	5,250	12,150	25,359	280,014	255,653	35,255	-8,482	4,778	287,293
	4,500	12,900	21,297	235,161	214,702	35,272	-8,415	4,377	270,971
	3,750	13,650	17,324	191,291	174,649	35,291	-8,336	3,976	255,493
	3,000	14,400	13,440	148,404	135,493	35,315	-8,237	3,571	240,829
	2,250	15,150	9,720	107,332	97,994	35,343	-8,124	3,167	203,056
	1,500	15,900	6,240	68,907	62,912	35,373	-8,014	2,769	170,195
	0,750	16,650	3,000	33,130	30,248	35,406	-7,908	2,380	141,827
	0,257	17,143	1,000	11,042	10,082	35,429	-7,840	2,129	125,415
	0,000	17,400	0,000	0,000	0,000	35,441	-7,806	2,000	0,000

## Tank Calibrations - T. ALMACEN 1 FO ER

Fluid Type = Fuel Oil      Specific gravity = 0,9443  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

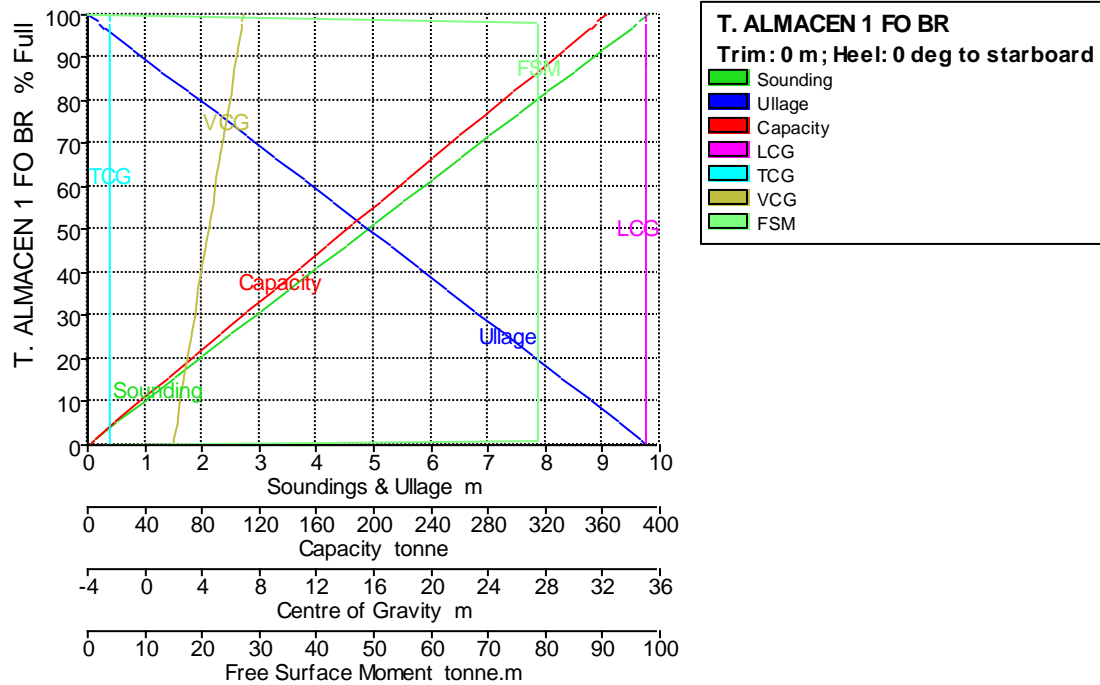


Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. ALMACEN 1 FO ER	9,800	0,000	100,000	384,160	362,762	35,000	2,500	6,900	0,000
	9,604	0,196	98,000	376,477	355,507	35,000	2,500	6,802	78,692
	9,594	0,206	97,900	376,093	355,144	35,000	2,500	6,797	78,692
	9,500	0,300	96,939	372,400	351,657	35,000	2,500	6,750	78,692
	9,000	0,800	91,837	352,800	333,149	35,000	2,500	6,500	78,692
	8,500	1,300	86,735	333,200	314,641	35,000	2,500	6,250	78,692
	8,000	1,800	81,633	313,600	296,132	35,000	2,500	6,000	78,692
	7,500	2,300	76,531	294,000	277,624	35,000	2,500	5,750	78,692
	7,000	2,800	71,429	274,400	259,116	35,000	2,500	5,500	78,692
	6,500	3,300	66,327	254,800	240,608	35,000	2,500	5,250	78,692
	6,000	3,800	61,224	235,200	222,099	35,000	2,500	5,000	78,692
	5,500	4,300	56,122	215,600	203,591	35,000	2,500	4,750	78,692
	5,000	4,800	51,020	196,000	185,083	35,000	2,500	4,500	78,692
	4,500	5,300	45,918	176,400	166,575	35,000	2,500	4,250	78,692
	4,000	5,800	40,816	156,800	148,066	35,000	2,500	4,000	78,692
	3,500	6,300	35,714	137,200	129,558	35,000	2,500	3,750	78,692
	3,000	6,800	30,612	117,600	111,050	35,000	2,500	3,500	78,692
	2,500	7,300	25,510	98,000	92,541	35,000	2,500	3,250	78,692
	2,000	7,800	20,408	78,400	74,033	35,000	2,500	3,000	78,692
	1,500	8,300	15,306	58,800	55,525	35,000	2,500	2,750	78,692
	1,000	8,800	10,204	39,200	37,017	35,000	2,500	2,500	78,692
	0,500	9,300	5,102	19,600	18,508	35,000	2,500	2,250	78,692
	0,098	9,702	1,000	3,842	3,628	35,000	2,500	2,049	78,692
	0,000	9,800	0,000	0,000	0,000	35,000	2,500	2,000	0,000



## Tank Calibrations - T. ALMACEN 1 FO BR

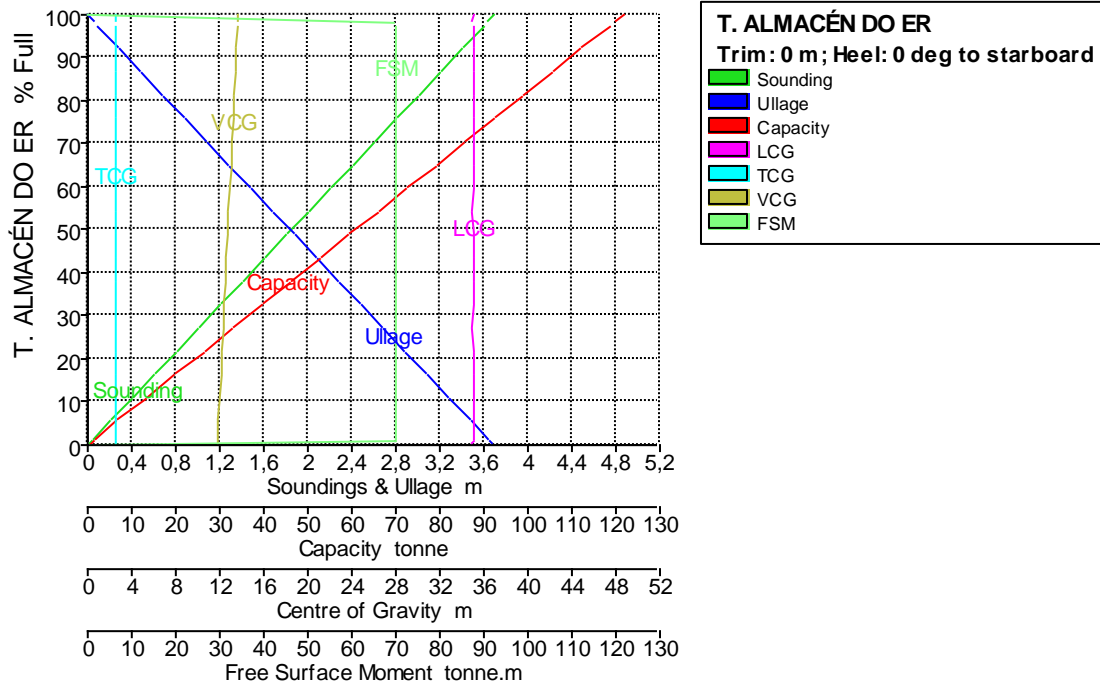
Fluid Type = Fuel Oil      Specific gravity = 0,9443  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. ALMACEN 1 FO BR	9,800	0,000	100,000	384,160	362,762	35,000	-2,500	6,900	0,000
	9,604	0,196	98,000	376,477	355,507	35,000	-2,500	6,802	78,692
	9,594	0,206	97,900	376,093	355,144	35,000	-2,500	6,797	78,692
	9,500	0,300	96,939	372,400	351,657	35,000	-2,500	6,750	78,692
	9,000	0,800	91,837	352,800	333,149	35,000	-2,500	6,500	78,692
	8,500	1,300	86,735	333,200	314,641	35,000	-2,500	6,250	78,692
	8,000	1,800	81,633	313,600	296,132	35,000	-2,500	6,000	78,692
	7,500	2,300	76,531	294,000	277,624	35,000	-2,500	5,750	78,692
	7,000	2,800	71,429	274,400	259,116	35,000	-2,500	5,500	78,692
	6,500	3,300	66,327	254,800	240,608	35,000	-2,500	5,250	78,692
	6,000	3,800	61,224	235,200	222,099	35,000	-2,500	5,000	78,692
	5,500	4,300	56,122	215,600	203,591	35,000	-2,500	4,750	78,692
	5,000	4,800	51,020	196,000	185,083	35,000	-2,500	4,500	78,692
	4,500	5,300	45,918	176,400	166,575	35,000	-2,500	4,250	78,692
	4,000	5,800	40,816	156,800	148,066	35,000	-2,500	4,000	78,692
	3,500	6,300	35,714	137,200	129,558	35,000	-2,500	3,750	78,692
	3,000	6,800	30,612	117,600	111,050	35,000	-2,500	3,500	78,692
	2,500	7,300	25,510	98,000	92,541	35,000	-2,500	3,250	78,692
	2,000	7,800	20,408	78,400	74,033	35,000	-2,500	3,000	78,692
	1,500	8,300	15,306	58,800	55,525	35,000	-2,500	2,750	78,692
	1,000	8,800	10,204	39,200	37,017	35,000	-2,500	2,500	78,692
	0,500	9,300	5,102	19,600	18,508	35,000	-2,500	2,250	78,692
	0,098	9,702	1,000	3,842	3,628	35,000	-2,500	2,049	78,692
	0,000	9,800	0,000	0,000	0,000	35,000	-2,500	2,000	0,000

## Tank Calibrations - T. ALMACÉN DO ER

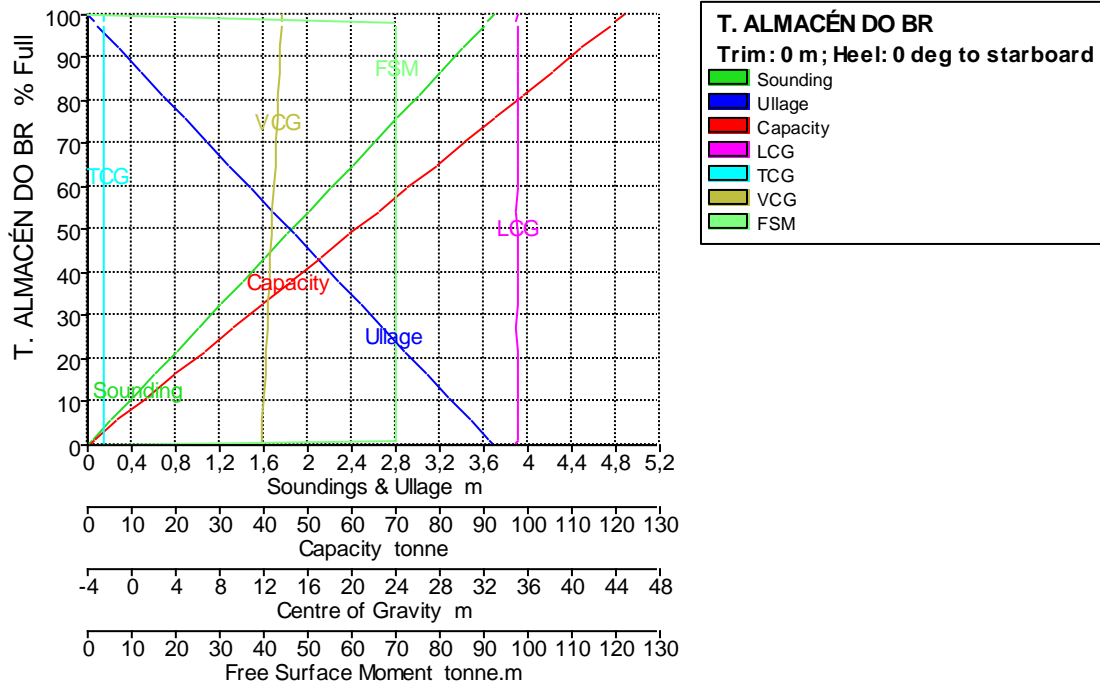
Fluid Type = Diesel      Specific gravity = 0,84  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. ALMACÉN DO ER	3,700	0,000	100,000	145,040	121,834	35,000	2,500	13,650	0,000
	3,626	0,074	98,000	142,139	119,397	35,000	2,500	13,613	70,000
	3,622	0,078	97,900	141,994	119,275	35,000	2,500	13,611	70,000
	3,600	0,100	97,297	141,120	118,541	35,000	2,500	13,600	70,000
	3,400	0,300	91,892	133,280	111,955	35,000	2,500	13,500	70,000
	3,200	0,500	86,486	125,440	105,370	35,000	2,500	13,400	70,000
	3,000	0,700	81,081	117,600	98,784	35,000	2,500	13,300	70,000
	2,800	0,900	75,676	109,760	92,198	35,000	2,500	13,200	70,000
	2,600	1,100	70,270	101,920	85,613	35,000	2,500	13,100	70,000
	2,400	1,300	64,865	94,080	79,027	35,000	2,500	13,000	70,000
	2,200	1,500	59,459	86,240	72,442	35,000	2,500	12,900	70,000
	2,000	1,700	54,054	78,400	65,856	35,000	2,500	12,800	70,000
	1,800	1,900	48,649	70,560	59,270	35,000	2,500	12,700	70,000
	1,600	2,100	43,243	62,720	52,685	35,000	2,500	12,600	70,000
	1,400	2,300	37,838	54,880	46,099	35,000	2,500	12,500	70,000
	1,200	2,500	32,432	47,040	39,514	35,000	2,500	12,400	70,000
	1,000	2,700	27,027	39,200	32,928	35,000	2,500	12,300	70,000
	0,800	2,900	21,622	31,360	26,342	35,000	2,500	12,200	70,000
	0,600	3,100	16,216	23,520	19,757	35,000	2,500	12,100	70,000
	0,400	3,300	10,811	15,680	13,171	35,000	2,500	12,000	70,000
	0,200	3,500	5,405	7,840	6,586	35,000	2,500	11,900	70,000
	0,037	3,663	1,000	1,450	1,218	35,000	2,500	11,819	70,000
	0,000	3,700	0,000	0,000	0,000	35,000	2,500	11,800	0,000

## Tank Calibrations - T. ALMACÉN DO BR

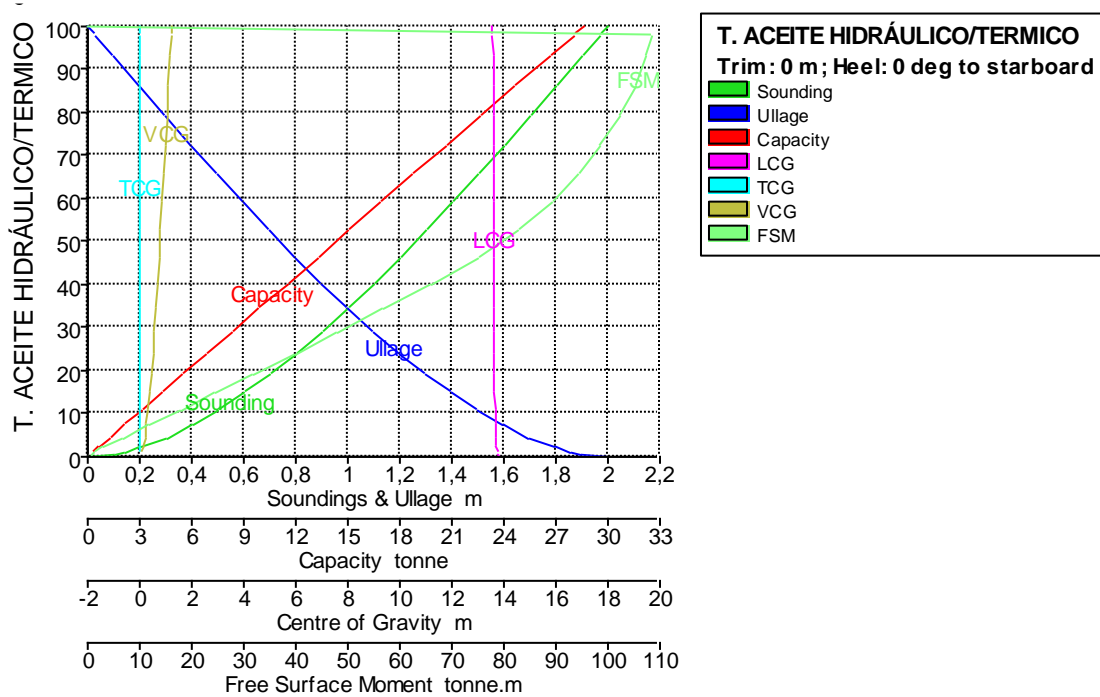
Fluid Type = Diesel      Specific gravity = 0,84  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. ALMACÉN DO BR	3,700	0,000	100,000	145,040	121,834	35,000	-2,500	13,650	0,000
	3,626	0,074	98,000	142,139	119,397	35,000	-2,500	13,613	70,000
	3,622	0,078	97,900	141,994	119,275	35,000	-2,500	13,611	70,000
	3,600	0,100	97,297	141,120	118,541	35,000	-2,500	13,600	70,000
	3,400	0,300	91,892	133,280	111,955	35,000	-2,500	13,500	70,000
	3,200	0,500	86,486	125,440	105,370	35,000	-2,500	13,400	70,000
	3,000	0,700	81,081	117,600	98,784	35,000	-2,500	13,300	70,000
	2,800	0,900	75,676	109,760	92,198	35,000	-2,500	13,200	70,000
	2,600	1,100	70,270	101,920	85,613	35,000	-2,500	13,100	70,000
	2,400	1,300	64,865	94,080	79,027	35,000	-2,500	13,000	70,000
	2,200	1,500	59,459	86,240	72,442	35,000	-2,500	12,900	70,000
	2,000	1,700	54,054	78,400	65,856	35,000	-2,500	12,800	70,000
	1,800	1,900	48,649	70,560	59,270	35,000	-2,500	12,700	70,000
	1,600	2,100	43,243	62,720	52,685	35,000	-2,500	12,600	70,000
	1,400	2,300	37,838	54,880	46,099	35,000	-2,500	12,500	70,000
	1,200	2,500	32,432	47,040	39,514	35,000	-2,500	12,400	70,000
	1,000	2,700	27,027	39,200	32,928	35,000	-2,500	12,300	70,000
	0,800	2,900	21,622	31,360	26,342	35,000	-2,500	12,200	70,000
	0,600	3,100	16,216	23,520	19,757	35,000	-2,500	12,100	70,000
	0,400	3,300	10,811	15,680	13,171	35,000	-2,500	12,000	70,000
	0,200	3,500	5,405	7,840	6,586	35,000	-2,500	11,900	70,000
	0,037	3,663	1,000	1,450	1,218	35,000	-2,500	11,819	70,000
	0,000	3,700	0,000	0,000	0,000	35,000	-2,500	11,800	0,000

## **Tank Calibrations - T. ACEITE HIDRÁULICO/TERMICO**

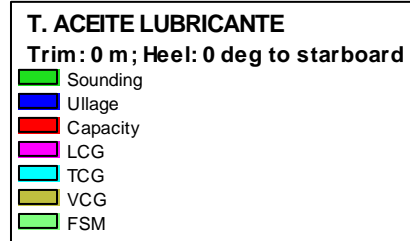
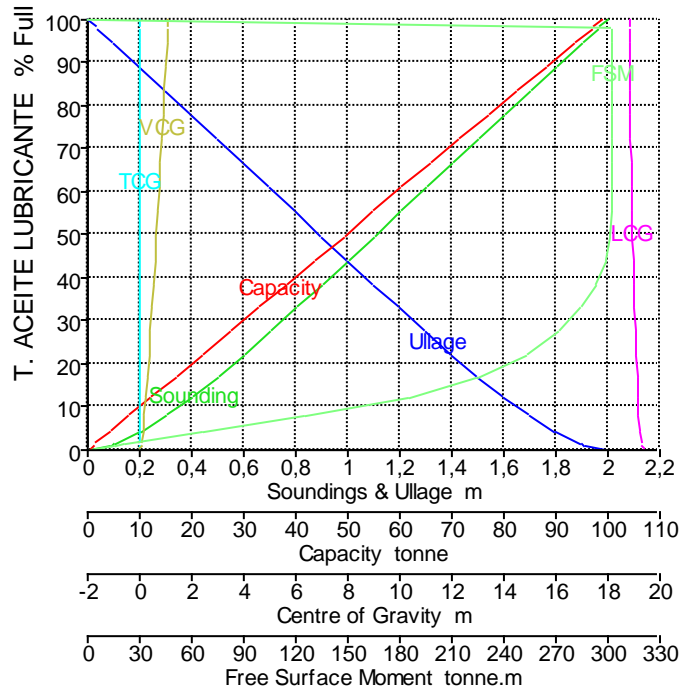
Fluid Type = Lube Oil      Specific gravity = 0,92  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. ACEITE HIDRÁULICO/TERMICO	2,000	0,000	100,000	31,102	28,614	13,574	0,000	1,211	0,000
	1,972	0,028	98,000	30,480	28,042	13,575	0,000	1,195	108,565
	1,970	0,030	97,900	30,449	28,013	13,575	0,000	1,194	108,541
	1,900	0,100	92,981	28,919	26,606	13,579	0,000	1,155	107,370
	1,800	0,200	86,003	26,749	24,609	13,584	0,000	1,098	105,193
	1,700	0,300	79,086	24,598	22,630	13,590	0,000	1,041	102,479
	1,600	0,400	72,249	22,471	20,674	13,595	0,000	0,984	98,616
	1,500	0,500	65,514	20,376	18,746	13,601	0,000	0,925	94,209
	1,400	0,600	58,906	18,321	16,856	13,605	0,000	0,867	89,168
	1,300	0,700	52,453	16,314	15,009	13,610	0,000	0,807	82,857
	1,200	0,800	46,194	14,367	13,218	13,614	0,000	0,747	75,070
	1,100	0,900	40,179	12,497	11,497	13,618	0,000	0,687	65,868
	1,000	1,000	34,446	10,713	9,856	13,622	0,000	0,626	56,581
	0,900	1,100	29,018	9,025	8,303	13,628	0,000	0,565	47,736
	0,800	1,200	23,911	7,437	6,842	13,634	0,000	0,505	39,558
	0,700	1,300	19,147	5,955	5,479	13,641	0,000	0,443	31,588
	0,600	1,400	14,771	4,594	4,227	13,650	0,000	0,382	24,113
	0,500	1,500	10,815	3,364	3,095	13,660	0,000	0,320	17,536
	0,400	1,600	7,331	2,280	2,098	13,673	0,000	0,258	11,352
	0,300	1,700	4,398	1,368	1,258	13,690	0,000	0,195	6,445
	0,200	1,800	2,093	0,651	0,599	13,712	0,000	0,131	2,640
	0,135	1,865	1,000	0,311	0,286	13,736	0,000	0,090	1,100
	0,100	1,900	0,551	0,171	0,158	13,745	0,000	0,067	0,536
	0,000	2,000	0,000	0,000	0,000	13,927	0,000	0,000	0,000

## **Tank Calibrations - T. ACEITE LUBRICANTE**

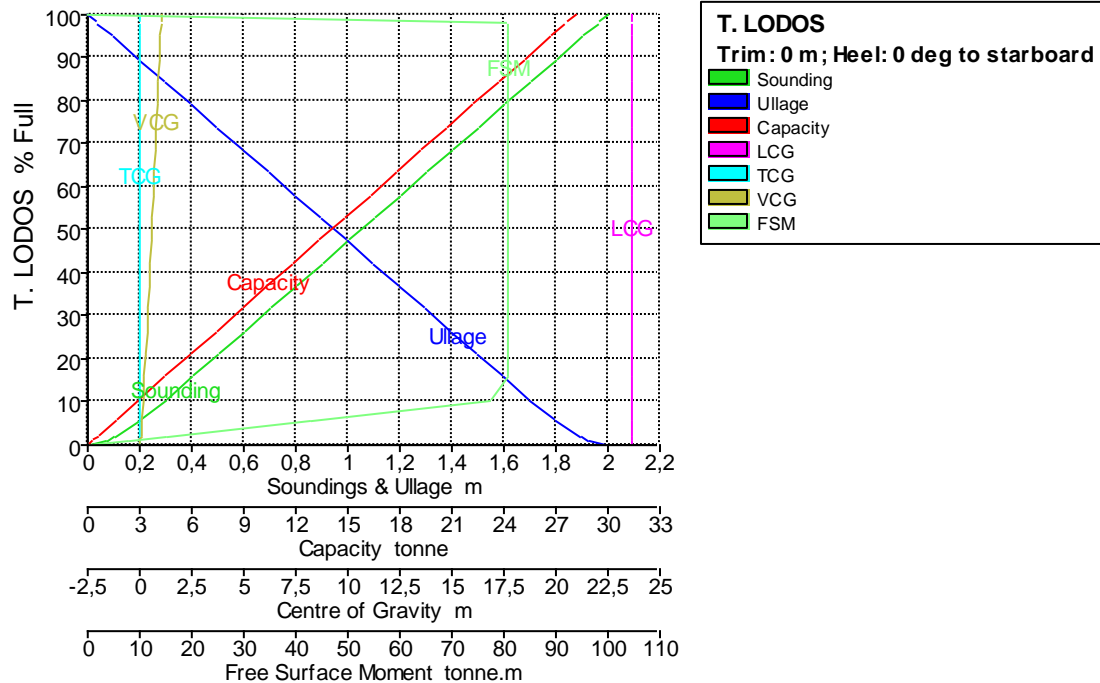
Fluid Type = Lube Oil      Specific gravity = 0,92  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. ACEITE LUBRICANTE	2,000	0,000	100,000	107,635	99,024	18,845	0,000	1,096	0,000
	1,964	0,036	98,000	105,482	97,044	18,847	0,000	1,078	302,251
	1,963	0,037	97,900	105,375	96,945	18,847	0,000	1,077	302,251
	1,900	0,100	94,392	101,599	93,471	18,851	0,000	1,045	302,251
	1,800	0,200	88,783	95,562	87,917	18,857	0,000	0,994	302,251
	1,700	0,300	83,175	89,525	82,363	18,864	0,000	0,943	302,251
	1,600	0,400	77,566	83,488	76,809	18,873	0,000	0,892	302,251
	1,500	0,500	71,958	77,452	71,255	18,882	0,000	0,841	302,251
	1,400	0,600	66,349	71,415	65,702	18,893	0,000	0,790	302,251
	1,300	0,700	60,740	65,378	60,148	18,906	0,000	0,738	302,251
	1,200	0,800	55,132	59,341	54,594	18,922	0,000	0,686	302,251
	1,100	0,900	49,524	53,305	49,041	18,942	0,000	0,633	301,724
	1,000	1,000	43,925	47,279	43,497	18,966	0,000	0,580	299,006
	0,900	1,100	38,354	41,282	37,980	18,994	0,000	0,526	293,265
	0,800	1,200	32,835	35,342	32,515	19,026	0,000	0,472	284,255
	0,700	1,300	27,399	29,491	27,131	19,062	0,000	0,417	271,609
	0,600	1,400	22,083	23,769	21,868	19,100	0,000	0,361	252,299
	0,500	1,500	16,963	18,258	16,797	19,138	0,000	0,303	223,786
	0,400	1,600	12,135	13,062	12,017	19,169	0,000	0,245	184,291
	0,300	1,700	7,766	8,358	7,690	19,192	0,000	0,185	124,661
	0,200	1,800	4,101	4,415	4,061	19,232	0,000	0,124	66,176
	0,100	1,900	1,319	1,420	1,306	19,309	0,000	0,064	20,459
	0,085	1,915	1,000	1,076	0,990	19,338	0,000	0,055	15,449
	0,000	2,000	0,000	0,000	0,000	19,483	0,000	0,000	0,000

## Tank Calibrations - T. LODOS

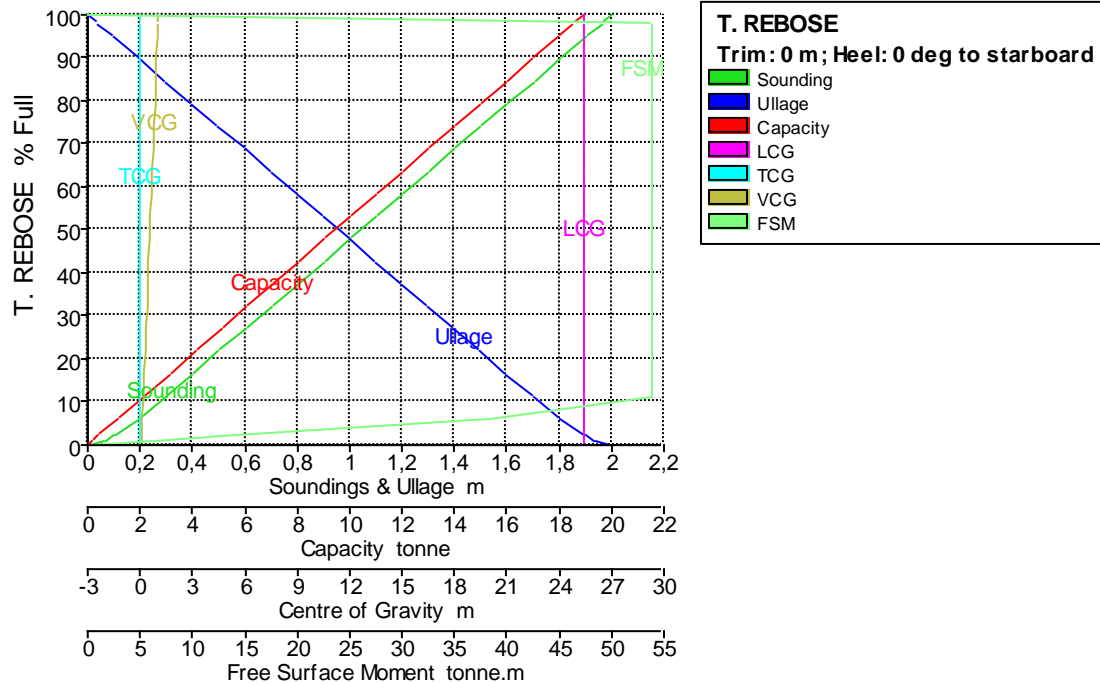
Fluid Type =            Specific gravity = 0,9  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. LODOS	2,000	0,000	100,000	31,222	28,100	23,652	0,000	1,050	0,000
	1,962	0,038	98,000	30,597	27,538	23,652	0,000	1,031	80,640
	1,960	0,040	97,900	30,566	27,509	23,652	0,000	1,030	80,640
	1,900	0,100	94,727	29,575	26,618	23,652	0,000	1,000	80,640
	1,800	0,200	89,454	27,929	25,136	23,653	0,000	0,949	80,640
	1,700	0,300	84,181	26,283	23,654	23,653	0,000	0,899	80,640
	1,600	0,400	78,908	24,636	22,173	23,653	0,000	0,849	80,640
	1,500	0,500	73,634	22,990	20,691	23,653	0,000	0,799	80,640
	1,400	0,600	68,361	21,343	19,209	23,653	0,000	0,749	80,640
	1,300	0,700	63,088	19,697	17,727	23,654	0,000	0,699	80,640
	1,200	0,800	57,815	18,051	16,246	23,654	0,000	0,648	80,640
	1,100	0,900	52,541	16,404	14,764	23,654	0,000	0,598	80,640
	1,000	1,000	47,268	14,758	13,282	23,655	0,000	0,547	80,640
	0,900	1,100	41,995	13,111	11,800	23,655	0,000	0,497	80,640
	0,800	1,200	36,722	11,465	10,319	23,656	0,000	0,446	80,640
	0,700	1,300	31,448	9,819	8,837	23,657	0,000	0,395	80,640
	0,600	1,400	26,175	8,172	7,355	23,659	0,000	0,344	80,640
	0,500	1,500	20,902	6,526	5,873	23,661	0,000	0,292	80,640
	0,400	1,600	15,629	4,879	4,392	23,664	0,000	0,239	80,640
	0,300	1,700	10,367	3,237	2,913	23,671	0,000	0,182	77,192
	0,200	1,800	5,588	1,745	1,570	23,672	0,000	0,122	42,727
	0,100	1,900	1,887	0,589	0,530	23,675	0,000	0,062	14,860
	0,067	1,933	1,000	0,312	0,281	23,676	0,000	0,043	7,576
	0,000	2,000	0,000	0,000	0,000	23,692	0,000	0,000	0,000

## Tank Calibrations - T. REBOSE

Fluid Type =            Specific gravity = 0,9  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

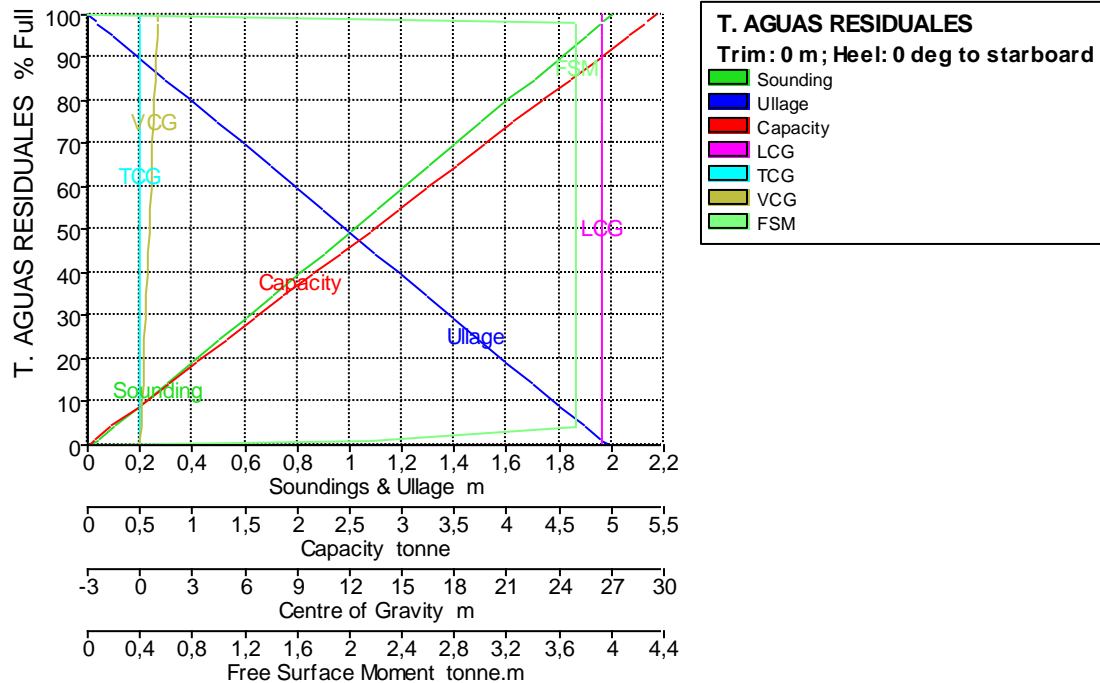


Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. REBOSE	2,000	0,000	100,000	21,016	18,914	25,401	0,000	1,041	0,000
	1,962	0,038	98,000	20,596	18,536	25,401	0,000	1,022	53,760
	1,960	0,040	97,900	20,575	18,517	25,401	0,000	1,021	53,760
	1,900	0,100	94,778	19,919	17,927	25,401	0,000	0,991	53,760
	1,800	0,200	89,555	18,821	16,939	25,401	0,000	0,941	53,760
	1,700	0,300	84,333	17,723	15,951	25,401	0,000	0,891	53,760
	1,600	0,400	79,110	16,626	14,963	25,401	0,000	0,841	53,760
	1,500	0,500	73,887	15,528	13,975	25,401	0,000	0,791	53,760
	1,400	0,600	68,665	14,431	12,988	25,401	0,000	0,741	53,760
	1,300	0,700	63,442	13,333	12,000	25,401	0,000	0,690	53,760
	1,200	0,800	58,219	12,235	11,012	25,401	0,000	0,640	53,760
	1,100	0,900	52,996	11,138	10,024	25,402	0,000	0,590	53,760
	1,000	1,000	47,774	10,040	9,036	25,402	0,000	0,540	53,760
	0,900	1,100	42,551	8,943	8,048	25,402	0,000	0,489	53,760
	0,800	1,200	37,328	7,845	7,060	25,402	0,000	0,439	53,760
	0,700	1,300	32,106	6,747	6,073	25,403	0,000	0,388	53,760
	0,600	1,400	26,883	5,650	5,085	25,403	0,000	0,337	53,760
	0,500	1,500	21,660	4,552	4,097	25,404	0,000	0,286	53,760
	0,400	1,600	16,438	3,455	3,109	25,405	0,000	0,234	53,760
	0,300	1,700	11,215	2,357	2,121	25,407	0,000	0,180	53,760
	0,200	1,800	6,129	1,288	1,159	25,410	0,000	0,122	38,214
	0,100	1,900	2,094	0,440	0,396	25,411	0,000	0,062	13,972
	0,063	1,937	1,000	0,210	0,189	25,411	0,000	0,039	6,167
	0,000	2,000	0,000	0,000	0,000	25,420	0,000	0,000	0,000



## **Tank Calibrations - T. AGUAS RESIDUALES**

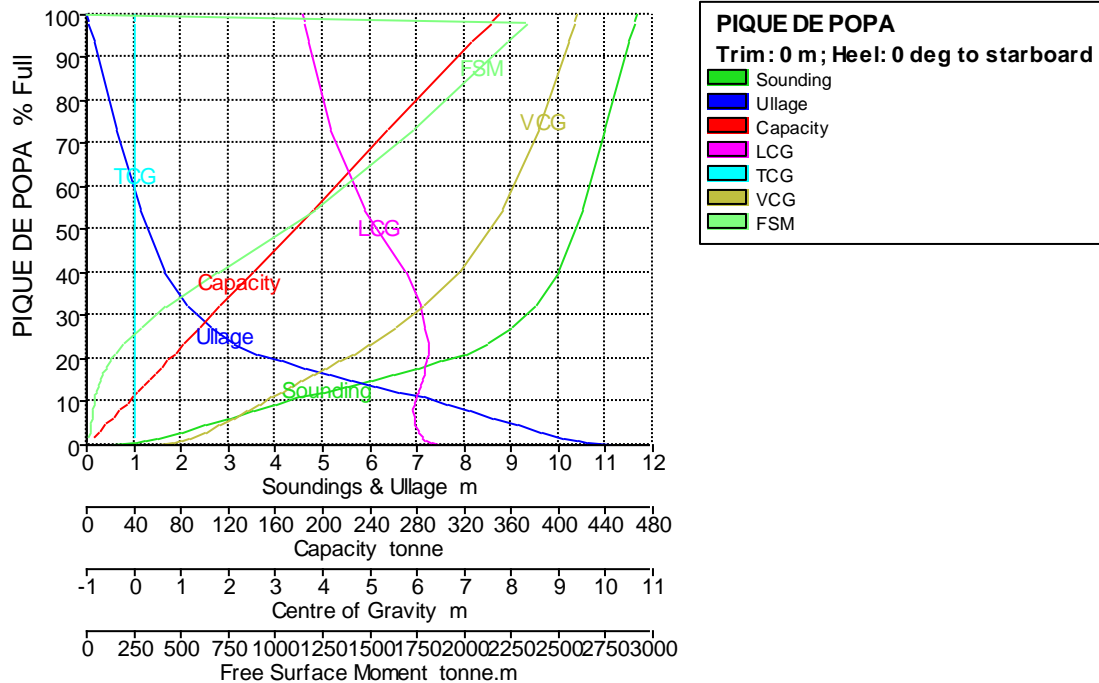
Fluid Type =            Specific gravity = 1  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. AGUAS RESIDUALES	2,000	0,000	100,000	5,429	5,429	26,450	0,000	1,011	0,000
	1,960	0,040	98,000	5,320	5,320	26,450	0,000	0,991	3,733
	1,958	0,042	97,900	5,315	5,315	26,450	0,000	0,990	3,733
	1,900	0,100	94,946	5,154	5,154	26,450	0,000	0,961	3,733
	1,800	0,200	89,892	4,880	4,880	26,450	0,000	0,911	3,733
	1,700	0,300	84,837	4,606	4,606	26,450	0,000	0,861	3,733
	1,600	0,400	79,783	4,331	4,331	26,450	0,000	0,811	3,733
	1,500	0,500	74,728	4,057	4,057	26,450	0,000	0,761	3,733
	1,400	0,600	69,674	3,782	3,782	26,450	0,000	0,711	3,733
	1,300	0,700	64,619	3,508	3,508	26,450	0,000	0,661	3,733
	1,200	0,800	59,565	3,234	3,234	26,450	0,000	0,611	3,733
	1,100	0,900	54,510	2,959	2,959	26,450	0,000	0,561	3,733
	1,000	1,000	49,456	2,685	2,685	26,450	0,000	0,511	3,733
	0,900	1,100	44,401	2,410	2,410	26,450	0,000	0,461	3,733
	0,800	1,200	39,347	2,136	2,136	26,450	0,000	0,411	3,733
	0,700	1,300	34,293	1,862	1,862	26,450	0,000	0,361	3,733
	0,600	1,400	29,238	1,587	1,587	26,450	0,000	0,311	3,733
	0,500	1,500	24,184	1,313	1,313	26,450	0,000	0,261	3,733
	0,400	1,600	19,129	1,038	1,038	26,450	0,000	0,210	3,733
	0,300	1,700	14,075	0,764	0,764	26,450	0,000	0,160	3,733
	0,200	1,800	9,020	0,490	0,490	26,451	0,000	0,110	3,733
	0,100	1,900	3,966	0,215	0,215	26,451	0,000	0,059	3,733
	0,040	1,960	1,000	0,054	0,054	26,453	0,000	0,026	2,136
	0,000	2,000	0,000	0,000	0,000	26,455	0,000	0,000	0,000

## Tank Calibrations - PIQUE DE POPA

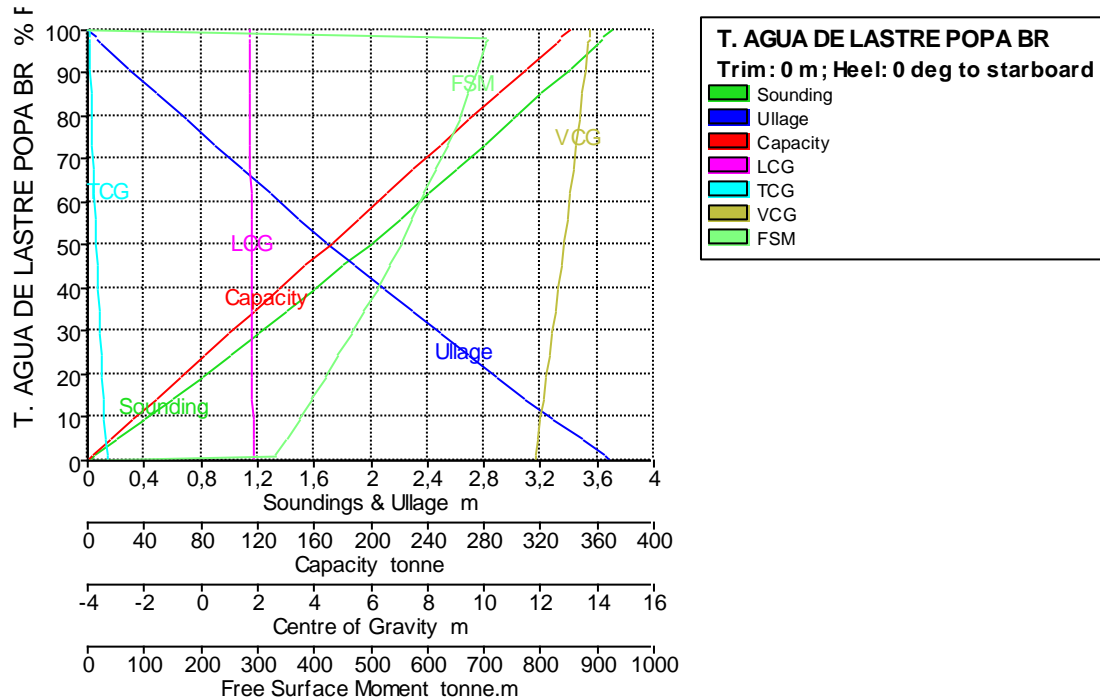
Fluid Type = Water Ballast      Specific gravity = 1,025  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
PIQUE DE POPA	11,654	0,000	100,000	341,259	349,790	3,566	0,000	9,378	0,000
	11,608	0,046	98,000	334,433	342,794	3,601	0,000	9,329	2331,124
	11,606	0,048	97,900	334,092	342,445	3,603	0,000	9,327	2328,931
	11,500	0,154	93,309	318,425	326,386	3,689	0,000	9,210	2227,348
	11,000	0,654	72,793	248,413	254,623	4,192	0,000	8,593	1730,328
	10,500	1,154	54,581	186,262	190,918	4,905	0,000	7,822	1205,697
	10,000	1,654	40,072	136,749	140,168	5,768	0,000	6,885	690,144
	9,500	2,154	32,121	109,617	112,357	6,070	0,000	6,134	415,762
	9,000	2,654	27,198	92,814	95,134	6,158	0,000	5,542	290,145
	8,500	3,154	23,288	79,473	81,460	6,233	0,000	4,977	187,084
	8,000	3,654	21,119	72,069	73,871	6,231	0,000	4,623	146,918
	7,500	4,154	19,419	66,269	67,926	6,207	0,000	4,336	123,764
	7,000	4,654	17,816	60,799	62,319	6,179	0,000	4,061	103,277
	6,500	5,154	16,305	55,643	57,034	6,147	0,000	3,798	87,027
	6,000	5,654	14,879	50,776	52,045	6,112	0,000	3,549	72,854
	5,500	6,154	13,531	46,177	47,332	6,071	0,000	3,315	62,101
	5,000	6,654	12,254	41,819	42,865	6,025	0,000	3,097	52,847
	4,500	7,154	10,982	37,478	38,415	5,976	0,000	2,890	46,255
	4,000	7,654	9,518	32,480	33,292	5,943	0,000	2,659	40,799
	3,500	8,154	7,850	26,790	27,460	5,932	0,000	2,397	36,596
	3,000	8,654	6,130	20,918	21,441	5,938	0,000	2,116	31,197
	2,500	9,154	4,433	15,128	15,507	5,967	0,000	1,817	25,155
	2,000	9,654	2,895	9,879	10,126	6,018	0,000	1,507	18,140
	1,500	10,154	1,580	5,391	5,525	6,123	0,000	1,176	10,457
	1,219	10,435	1,000	3,413	3,498	6,218	0,000	0,982	6,409
	1,000	10,654	0,643	2,193	2,248	6,320	0,000	0,827	3,885
	0,500	11,154	0,151	0,515	0,528	6,517	0,000	0,479	0,712
	0,000	11,654	0,000	0,000	0,000	6,517	0,000	0,146	0,000

## Tank Calibrations - T. AGUA DE LASTRE POPA BR

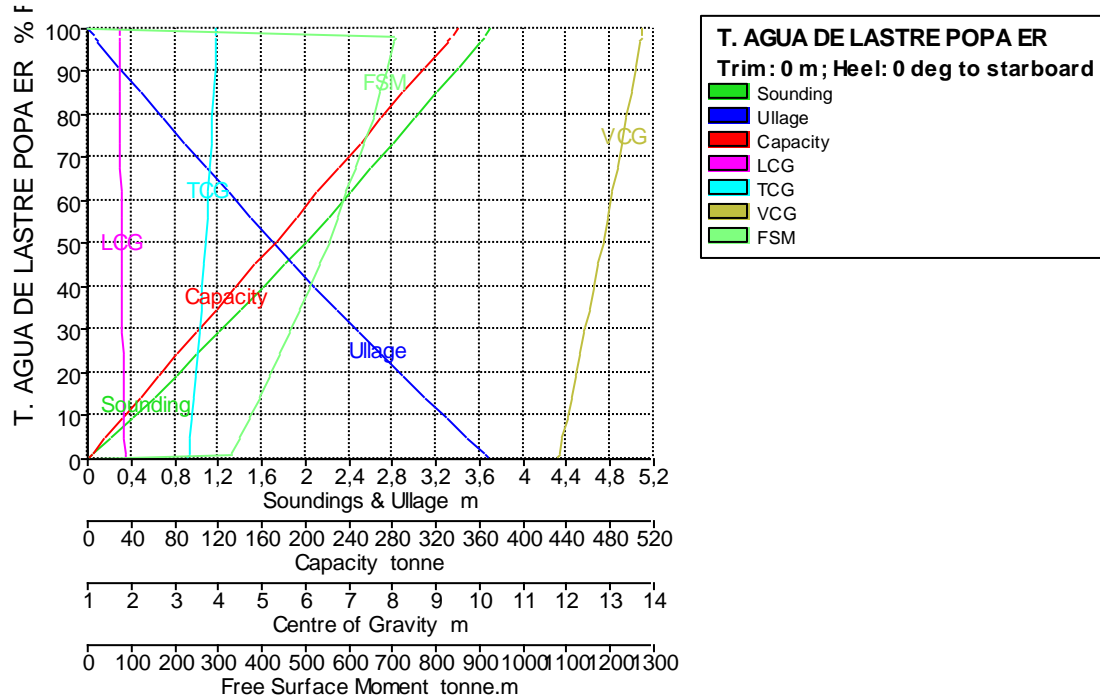
Fluid Type = Water Ballast      Specific gravity = 1,025  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. AGUA DE LASTRE POPA BR	3,700	0,000	100,000	332,256	340,563	1,715	-3,961	13,740	0,000
	3,634	0,066	98,000	325,611	333,751	1,718	-3,952	13,705	705,916
	3,631	0,069	97,900	325,279	333,411	1,718	-3,951	13,703	705,654
	3,600	0,100	96,955	322,139	330,193	1,719	-3,947	13,687	703,181
	3,400	0,300	90,909	302,052	309,603	1,726	-3,920	13,579	687,701
	3,200	0,500	84,922	282,159	289,213	1,734	-3,891	13,472	672,862
	3,000	0,700	78,994	262,463	269,024	1,740	-3,861	13,365	656,988
	2,800	0,900	73,136	242,998	249,072	1,747	-3,831	13,258	635,305
	2,600	1,100	67,352	223,782	229,377	1,754	-3,800	13,151	614,231
	2,400	1,300	61,645	204,818	209,938	1,760	-3,768	13,045	593,638
	2,200	1,500	56,014	186,108	190,761	1,767	-3,736	12,939	573,600
	2,000	1,700	50,460	167,657	171,849	1,774	-3,703	12,833	553,797
	1,800	1,900	44,986	149,470	153,206	1,780	-3,668	12,728	534,464
	1,600	2,100	39,597	131,562	134,851	1,787	-3,633	12,623	511,023
	1,400	2,300	34,297	113,954	116,803	1,794	-3,597	12,518	487,931
	1,200	2,500	29,090	96,652	99,069	1,801	-3,561	12,414	464,781
	1,000	2,700	23,978	79,667	81,659	1,809	-3,523	12,310	441,956
	0,800	2,900	18,964	63,009	64,584	1,817	-3,485	12,207	418,966
	0,600	3,100	14,053	46,691	47,858	1,827	-3,446	12,104	396,082
	0,400	3,300	9,250	30,733	31,501	1,838	-3,405	12,002	372,851
	0,200	3,500	4,563	15,160	15,539	1,850	-3,363	11,900	349,465
	0,044	3,656	1,000	3,323	3,406	1,860	-3,329	11,822	331,021
	0,000	3,700	0,000	0,000	0,000	1,863	-3,319	11,800	0,000

## Tank Calibrations - T. AGUA DE LASTRE POPA ER

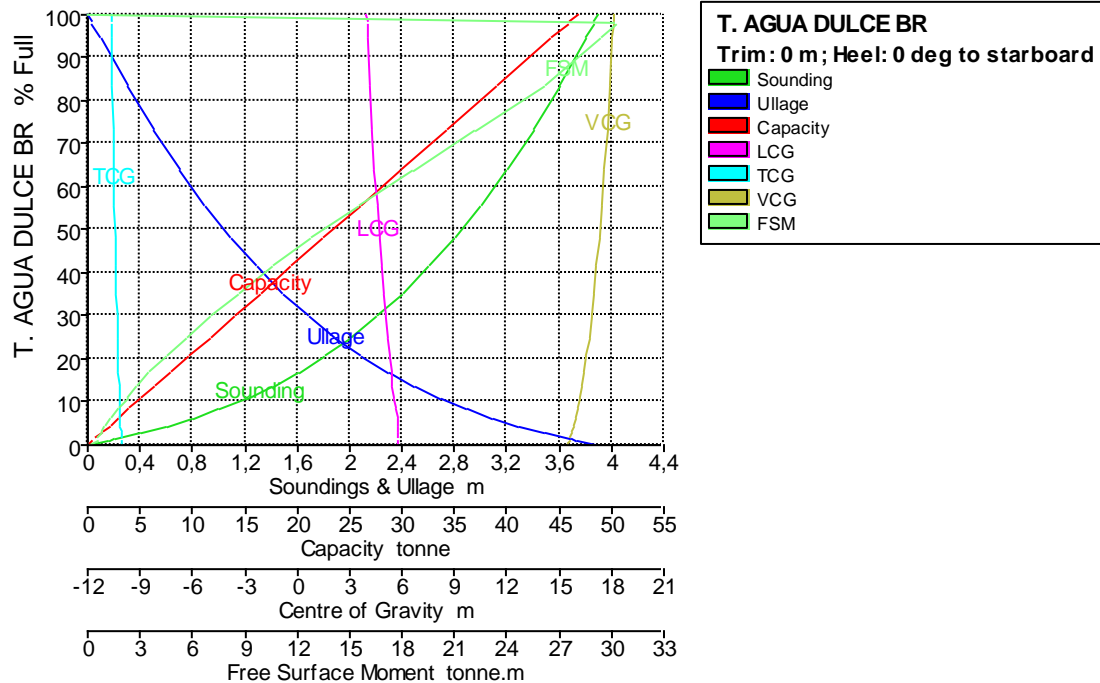
Fluid Type = Water Ballast      Specific gravity = 1,025  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. AGUA DE LASTRE POPA ER	3,700	0,000	100,000	332,256	340,563	1,715	3,961	13,740	0,000
	3,634	0,066	98,000	325,611	333,751	1,718	3,952	13,705	705,916
	3,631	0,069	97,900	325,279	333,411	1,718	3,951	13,703	705,654
	3,600	0,100	96,955	322,139	330,193	1,719	3,947	13,687	703,181
	3,400	0,300	90,909	302,052	309,603	1,726	3,920	13,579	687,701
	3,200	0,500	84,922	282,159	289,213	1,734	3,891	13,472	672,862
	3,000	0,700	78,994	262,463	269,024	1,740	3,861	13,365	656,988
	2,800	0,900	73,136	242,998	249,072	1,747	3,831	13,258	635,305
	2,600	1,100	67,352	223,782	229,377	1,754	3,800	13,151	614,231
	2,400	1,300	61,645	204,818	209,938	1,760	3,768	13,045	593,638
	2,200	1,500	56,014	186,108	190,761	1,767	3,736	12,939	573,600
	2,000	1,700	50,460	167,657	171,849	1,774	3,703	12,833	553,797
	1,800	1,900	44,986	149,470	153,206	1,780	3,668	12,728	534,464
	1,600	2,100	39,597	131,562	134,851	1,787	3,633	12,623	511,023
	1,400	2,300	34,297	113,954	116,803	1,794	3,597	12,518	487,931
	1,200	2,500	29,090	96,652	99,069	1,801	3,561	12,414	464,781
	1,000	2,700	23,978	79,667	81,659	1,809	3,523	12,310	441,956
	0,800	2,900	18,964	63,009	64,584	1,817	3,485	12,207	418,966
	0,600	3,100	14,053	46,691	47,858	1,827	3,446	12,104	396,082
	0,400	3,300	9,250	30,733	31,501	1,838	3,405	12,002	372,851
	0,200	3,500	4,563	15,160	15,539	1,850	3,363	11,900	349,465
	0,044	3,656	1,000	3,323	3,406	1,860	3,329	11,822	331,021
	0,000	3,700	0,000	0,000	0,000	1,863	3,319	11,800	0,000

## Tank Calibrations - T. AGUA DULCE BR

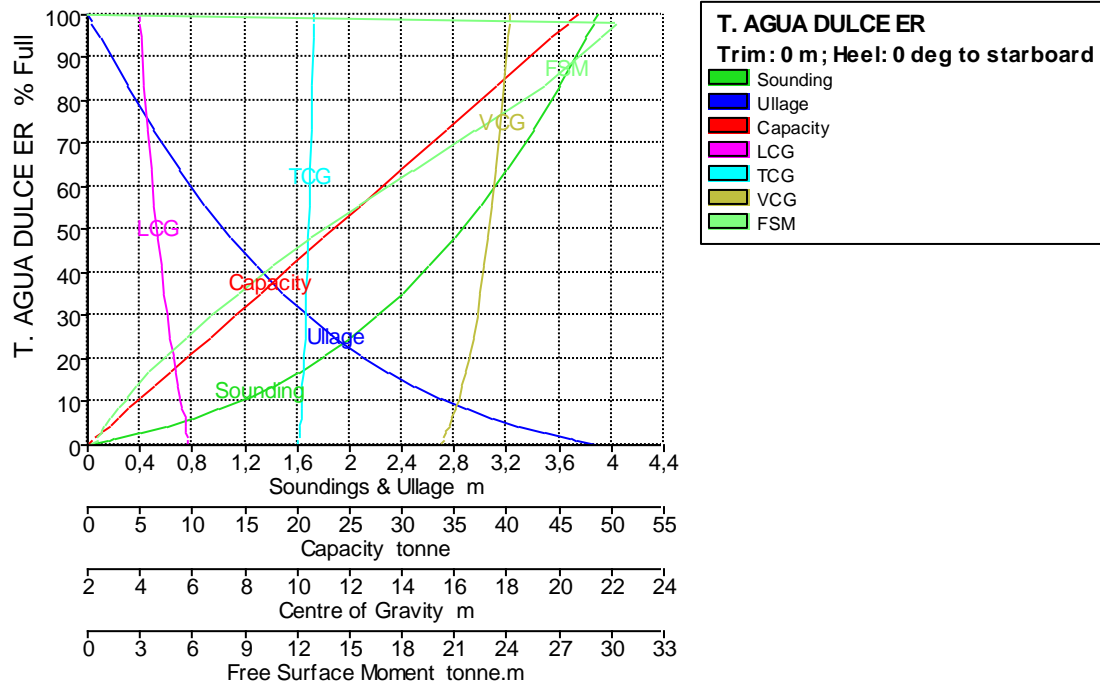
Fluid Type = Fresh Water      Specific gravity = 1  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. AGUA DULCE BR	3,900	0,000	100,000	46,723	46,723	3,966	-10,633	18,132	0,000
	3,865	0,035	98,000	45,789	45,789	3,986	-10,626	18,106	30,268
	3,864	0,036	97,900	45,742	45,742	3,987	-10,626	18,105	30,243
	3,800	0,100	94,227	44,026	44,026	4,028	-10,613	18,057	29,355
	3,600	0,300	83,243	38,894	38,894	4,158	-10,573	17,906	26,162
	3,400	0,500	73,132	34,170	34,170	4,292	-10,533	17,755	22,166
	3,200	0,700	63,910	29,861	29,861	4,426	-10,495	17,604	18,548
	3,000	0,900	55,545	25,952	25,952	4,558	-10,458	17,454	15,449
	2,800	1,100	47,980	22,418	22,418	4,688	-10,421	17,304	12,733
	2,600	1,300	41,179	19,240	19,240	4,814	-10,386	17,156	10,504
	2,400	1,500	35,084	16,392	16,392	4,938	-10,352	17,009	8,584
	2,200	1,700	29,672	13,864	13,864	5,053	-10,320	16,865	6,987
	2,000	1,900	24,852	11,612	11,612	5,167	-10,289	16,722	5,670
	1,800	2,100	20,596	9,623	9,623	5,277	-10,260	16,581	4,496
	1,600	2,300	16,889	7,891	7,891	5,369	-10,231	16,445	3,483
	1,400	2,500	13,647	6,376	6,376	5,452	-10,204	16,312	2,806
	1,200	2,700	10,785	5,039	5,039	5,539	-10,179	16,182	2,243
	1,000	2,900	8,282	3,870	3,870	5,628	-10,158	16,055	1,756
	0,800	3,100	6,124	2,862	2,862	5,705	-10,137	15,933	1,314
	0,600	3,300	4,296	2,007	2,007	5,748	-10,112	15,817	0,956
	0,400	3,500	2,697	1,260	1,260	5,767	-10,086	15,708	0,777
	0,200	3,700	1,266	0,591	0,591	5,787	-10,061	15,602	0,624
	0,160	3,740	1,000	0,467	0,467	5,792	-10,056	15,581	0,596
	0,000	3,900	0,000	0,000	0,000	5,811	-10,038	15,500	0,000

## Tank Calibrations - T. AGUA DULCE ER

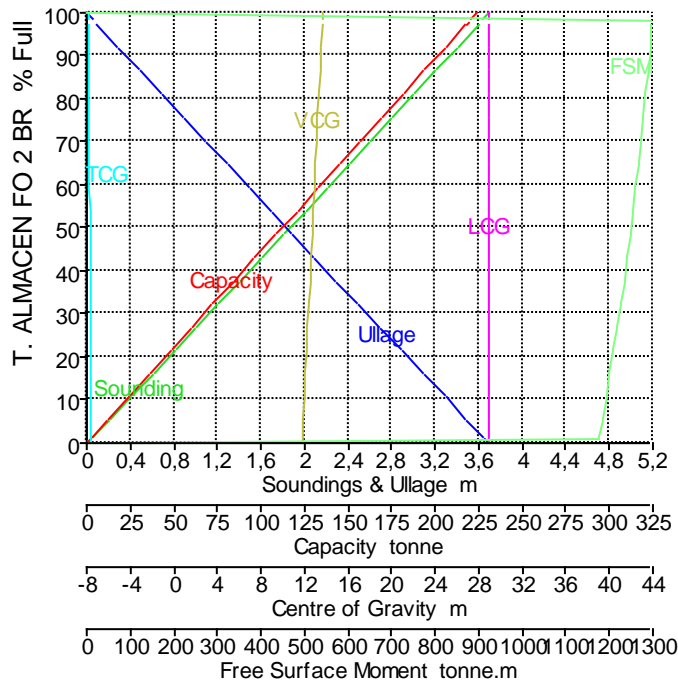
Fluid Type = Fresh Water      Specific gravity = 1  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m³	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. AGUA DULCE ER	3,900	0,000	100,000	46,723	46,723	3,966	10,633	18,132	0,000
	3,865	0,035	98,000	45,789	45,789	3,986	10,626	18,106	30,268
	3,864	0,036	97,900	45,742	45,742	3,987	10,626	18,105	30,243
	3,800	0,100	94,227	44,026	44,026	4,028	10,613	18,057	29,355
	3,600	0,300	83,243	38,894	38,894	4,158	10,573	17,906	26,162
	3,400	0,500	73,132	34,170	34,170	4,292	10,533	17,755	22,166
	3,200	0,700	63,910	29,861	29,861	4,426	10,495	17,604	18,548
	3,000	0,900	55,545	25,952	25,952	4,558	10,458	17,454	15,449
	2,800	1,100	47,980	22,418	22,418	4,688	10,421	17,304	12,733
	2,600	1,300	41,179	19,240	19,240	4,814	10,386	17,156	10,504
	2,400	1,500	35,084	16,392	16,392	4,938	10,352	17,009	8,584
	2,200	1,700	29,672	13,864	13,864	5,053	10,320	16,865	6,987
	2,000	1,900	24,852	11,612	11,612	5,167	10,289	16,722	5,670
	1,800	2,100	20,596	9,623	9,623	5,277	10,260	16,581	4,496
	1,600	2,300	16,889	7,891	7,891	5,369	10,231	16,445	3,483
	1,400	2,500	13,647	6,376	6,376	5,452	10,204	16,312	2,806
	1,200	2,700	10,785	5,039	5,039	5,539	10,179	16,182	2,243
	1,000	2,900	8,282	3,870	3,870	5,628	10,158	16,055	1,756
	0,800	3,100	6,124	2,862	2,862	5,705	10,137	15,933	1,314
	0,600	3,300	4,296	2,007	2,007	5,748	10,112	15,817	0,956
	0,400	3,500	2,697	1,260	1,260	5,767	10,086	15,708	0,777
	0,200	3,700	1,266	0,591	0,591	5,787	10,061	15,602	0,624
	0,160	3,740	1,000	0,467	0,467	5,792	10,056	15,581	0,596
	0,000	3,900	0,000	0,000	0,000	5,811	10,038	15,500	0,000

## Tank Calibrations - T. ALMACEN FO 2 BR

Fluid Type = Fuel Oil      Specific gravity = 0,9443  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

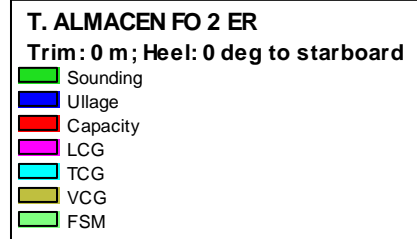
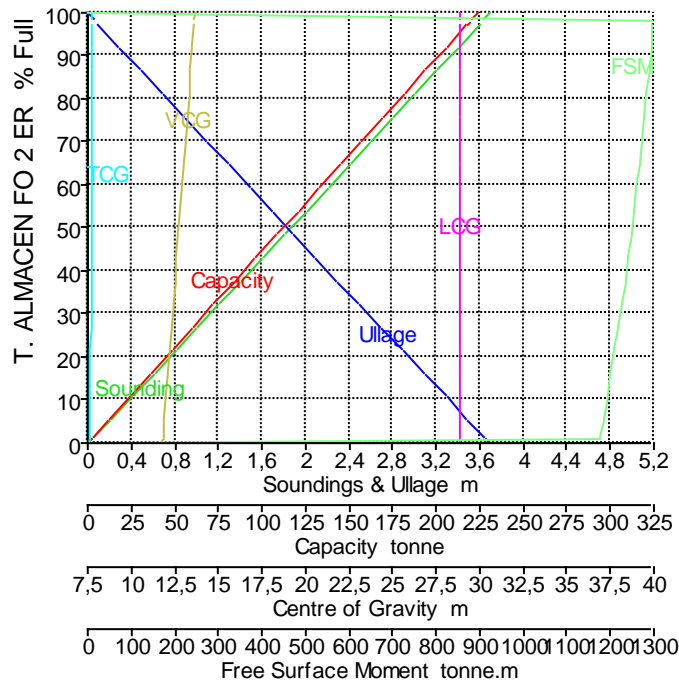


Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. ALMACEN FO 2 BR	3,700	0,000	100,000	236,938	223,740	28,908	-7,780	13,660	0,000
	3,627	0,073	98,000	232,199	219,266	28,908	-7,778	13,624	1297,868
	3,623	0,077	97,900	231,962	219,042	28,908	-7,778	13,622	1297,793
	3,600	0,100	97,259	230,443	217,608	28,908	-7,777	13,610	1297,308
	3,400	0,300	91,782	217,465	205,352	28,908	-7,771	13,509	1293,168
	3,200	0,500	86,310	204,501	193,110	28,908	-7,764	13,408	1289,037
	3,000	0,700	80,845	191,551	180,882	28,908	-7,757	13,307	1283,919
	2,800	0,900	75,388	178,621	168,672	28,908	-7,750	13,207	1277,911
	2,600	1,100	69,939	165,712	156,482	28,909	-7,743	13,106	1271,921
	2,400	1,300	64,499	152,822	144,310	28,909	-7,736	13,005	1265,952
	2,200	1,500	59,068	139,953	132,158	28,909	-7,729	12,904	1260,002
	2,000	1,700	53,645	127,104	120,025	28,909	-7,721	12,804	1254,072
	1,800	1,900	48,230	114,276	107,911	28,909	-7,713	12,703	1248,161
	1,600	2,100	42,825	101,467	95,816	28,909	-7,704	12,603	1242,270
	1,400	2,300	37,427	88,680	83,740	28,910	-7,695	12,502	1235,773
	1,200	2,500	32,042	75,919	71,691	28,910	-7,686	12,401	1226,983
	1,000	2,700	26,669	63,189	59,670	28,910	-7,677	12,301	1218,237
	0,800	2,900	21,309	50,490	47,677	28,910	-7,667	12,201	1209,534
	0,600	3,100	15,962	37,821	35,714	28,910	-7,658	12,100	1200,874
	0,400	3,300	10,628	25,182	23,780	28,911	-7,648	12,000	1192,258
	0,200	3,500	5,307	12,574	11,874	28,911	-7,638	11,900	1183,684
	0,038	3,662	1,000	2,369	2,237	28,911	-7,628	11,819	1174,994
	0,000	3,700	0,000	0,000	0,000	28,911	-7,626	11,800	0,000



## Tank Calibrations - T. ALMACEN FO 2 ER

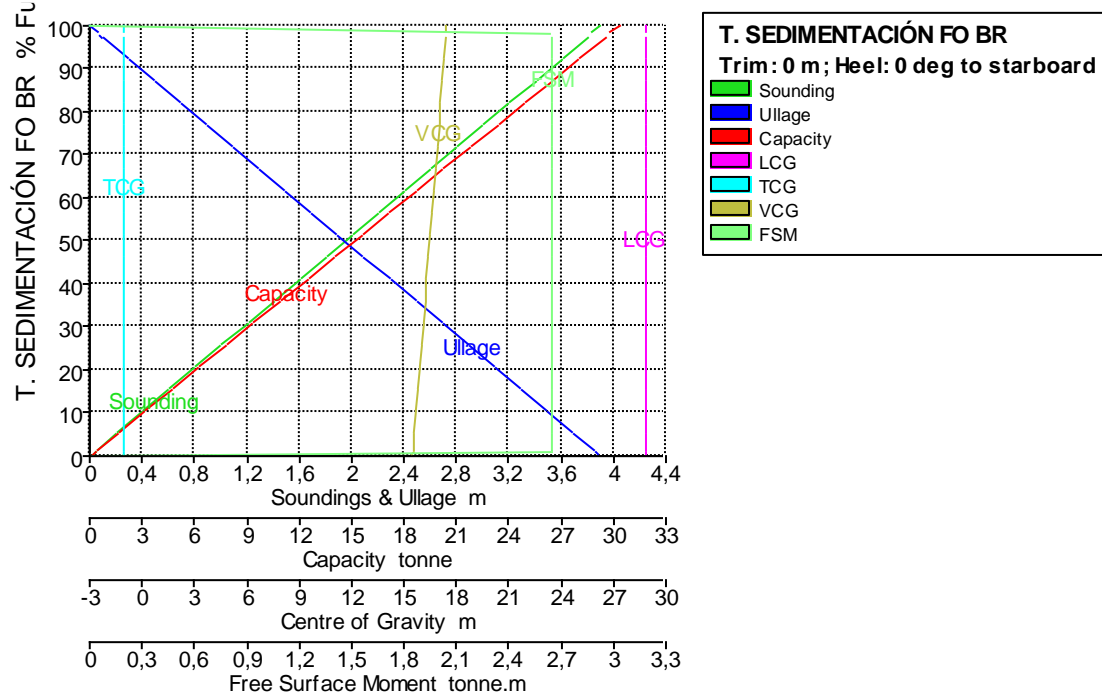
Fluid Type = Fuel Oil      Specific gravity = 0,9443  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. ALMACEN FO 2 ER	3,700	0,000	100,000	236,938	223,740	28,908	7,780	13,660	0,000
	3,627	0,073	98,000	232,199	219,266	28,908	7,778	13,624	1297,868
	3,623	0,077	97,900	231,962	219,042	28,908	7,778	13,622	1297,793
	3,600	0,100	97,259	230,443	217,608	28,908	7,777	13,610	1297,308
	3,400	0,300	91,782	217,465	205,352	28,908	7,771	13,509	1293,168
	3,200	0,500	86,310	204,501	193,110	28,908	7,764	13,408	1289,037
	3,000	0,700	80,845	191,551	180,882	28,908	7,757	13,307	1283,919
	2,800	0,900	75,388	178,621	168,672	28,908	7,750	13,207	1277,911
	2,600	1,100	69,939	165,712	156,482	28,909	7,743	13,106	1271,921
	2,400	1,300	64,499	152,822	144,310	28,909	7,736	13,005	1265,952
	2,200	1,500	59,068	139,953	132,158	28,909	7,729	12,904	1260,002
	2,000	1,700	53,645	127,104	120,025	28,909	7,721	12,804	1254,072
	1,800	1,900	48,230	114,276	107,911	28,909	7,713	12,703	1248,161
	1,600	2,100	42,825	101,467	95,816	28,909	7,704	12,603	1242,270
	1,400	2,300	37,427	88,680	83,740	28,910	7,695	12,502	1235,773
	1,200	2,500	32,042	75,919	71,691	28,910	7,686	12,401	1226,983
	1,000	2,700	26,669	63,189	59,670	28,910	7,677	12,301	1218,237
	0,800	2,900	21,309	50,490	47,677	28,910	7,667	12,201	1209,534
	0,600	3,100	15,962	37,821	35,714	28,910	7,658	12,100	1200,874
	0,400	3,300	10,628	25,182	23,780	28,911	7,648	12,000	1192,258
	0,200	3,500	5,307	12,574	11,874	28,911	7,638	11,900	1183,684
	0,038	3,662	1,000	2,369	2,237	28,911	7,628	11,819	1174,994
	0,000	3,700	0,000	0,000	0,000	28,911	7,626	11,800	0,000

## Tank Calibrations - T. SEDIMENTACIÓN FO BR

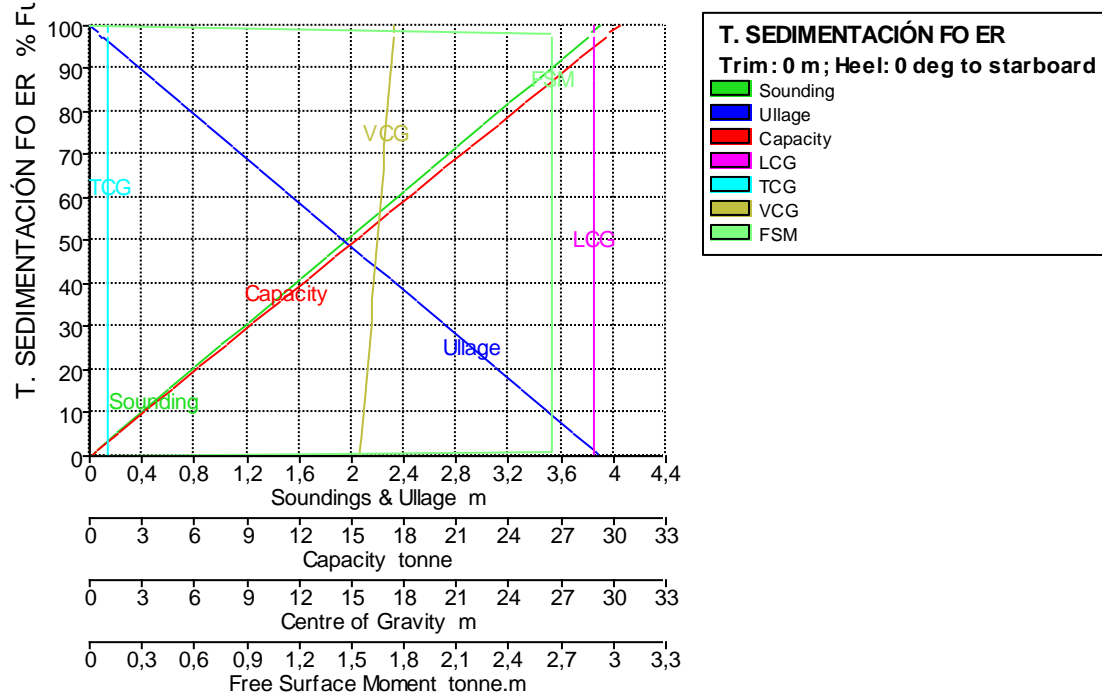
Fluid Type = Fuel Oil      Specific gravity = 0,9443  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. SEDIMENTACIÓN FO BR	3,900	0,000	100,000	32,105	30,317	28,900	-1,000	17,450	0,000
	3,822	0,078	98,000	31,463	29,710	28,900	-1,000	17,411	2,644
	3,818	0,082	97,900	31,431	29,680	28,900	-1,000	17,409	2,644
	3,800	0,100	97,436	31,282	29,539	28,900	-1,000	17,400	2,644
	3,600	0,300	92,308	29,635	27,985	28,900	-1,000	17,300	2,644
	3,400	0,500	87,179	27,989	26,430	28,900	-1,000	17,200	2,644
	3,200	0,700	82,051	26,342	24,875	28,900	-1,000	17,100	2,644
	3,000	0,900	76,923	24,696	23,320	28,900	-1,000	17,000	2,644
	2,800	1,100	71,795	23,050	21,766	28,900	-1,000	16,900	2,644
	2,600	1,300	66,667	21,403	20,211	28,900	-1,000	16,800	2,644
	2,400	1,500	61,538	19,757	18,656	28,900	-1,000	16,700	2,644
	2,200	1,700	56,410	18,110	17,102	28,900	-1,000	16,600	2,644
	2,000	1,900	51,282	16,464	15,547	28,900	-1,000	16,500	2,644
	1,800	2,100	46,154	14,818	13,992	28,900	-1,000	16,400	2,644
	1,600	2,300	41,026	13,171	12,438	28,900	-1,000	16,300	2,644
	1,400	2,500	35,897	11,525	10,883	28,900	-1,000	16,200	2,644
	1,200	2,700	30,769	9,878	9,328	28,900	-1,000	16,100	2,644
	1,000	2,900	25,641	8,232	7,773	28,900	-1,000	16,000	2,644
	0,800	3,100	20,513	6,586	6,219	28,900	-1,000	15,900	2,644
	0,600	3,300	15,385	4,939	4,664	28,900	-1,000	15,800	2,644
	0,400	3,500	10,256	3,293	3,109	28,900	-1,000	15,700	2,644
	0,200	3,700	5,128	1,646	1,555	28,900	-1,000	15,600	2,644
	0,039	3,861	1,000	0,321	0,303	28,900	-1,000	15,519	2,644
	0,000	3,900	0,000	0,000	0,000	28,900	-1,000	15,500	0,000

## Tank Calibrations - T. SEDIMENTACIÓN FO ER

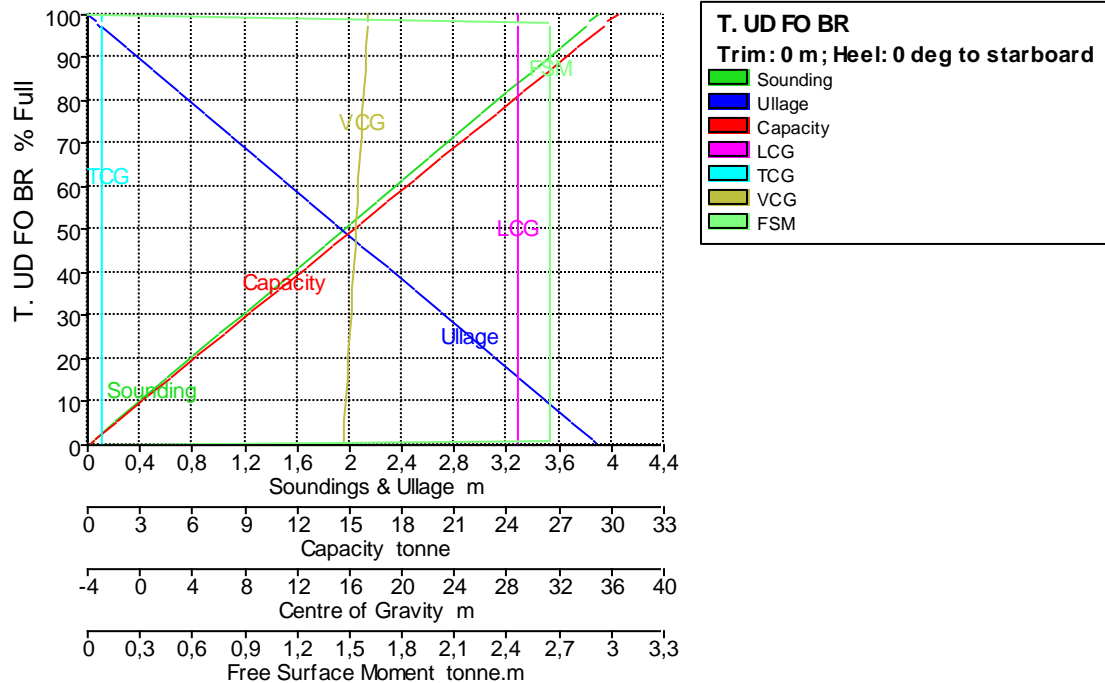
Fluid Type = Fuel Oil      Specific gravity = 0,9443  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. SEDIMENTACIÓN FO ER	3,900	0,000	100,000	32,105	30,317	28,900	1,000	17,450	0,000
	3,822	0,078	98,000	31,463	29,710	28,900	1,000	17,411	2,644
	3,818	0,082	97,900	31,431	29,680	28,900	1,000	17,409	2,644
	3,800	0,100	97,436	31,282	29,539	28,900	1,000	17,400	2,644
	3,600	0,300	92,308	29,635	27,985	28,900	1,000	17,300	2,644
	3,400	0,500	87,179	27,989	26,430	28,900	1,000	17,200	2,644
	3,200	0,700	82,051	26,342	24,875	28,900	1,000	17,100	2,644
	3,000	0,900	76,923	24,696	23,320	28,900	1,000	17,000	2,644
	2,800	1,100	71,795	23,050	21,766	28,900	1,000	16,900	2,644
	2,600	1,300	66,667	21,403	20,211	28,900	1,000	16,800	2,644
	2,400	1,500	61,538	19,757	18,656	28,900	1,000	16,700	2,644
	2,200	1,700	56,410	18,110	17,102	28,900	1,000	16,600	2,644
	2,000	1,900	51,282	16,464	15,547	28,900	1,000	16,500	2,644
	1,800	2,100	46,154	14,818	13,992	28,900	1,000	16,400	2,644
	1,600	2,300	41,026	13,171	12,438	28,900	1,000	16,300	2,644
	1,400	2,500	35,897	11,525	10,883	28,900	1,000	16,200	2,644
	1,200	2,700	30,769	9,878	9,328	28,900	1,000	16,100	2,644
	1,000	2,900	25,641	8,232	7,773	28,900	1,000	16,000	2,644
	0,800	3,100	20,513	6,586	6,219	28,900	1,000	15,900	2,644
	0,600	3,300	15,385	4,939	4,664	28,900	1,000	15,800	2,644
	0,400	3,500	10,256	3,293	3,109	28,900	1,000	15,700	2,644
	0,200	3,700	5,128	1,646	1,555	28,900	1,000	15,600	2,644
	0,039	3,861	1,000	0,321	0,303	28,900	1,000	15,519	2,644
	0,000	3,900	0,000	0,000	0,000	28,900	1,000	15,500	0,000

## Tank Calibrations - T. UD FO BR

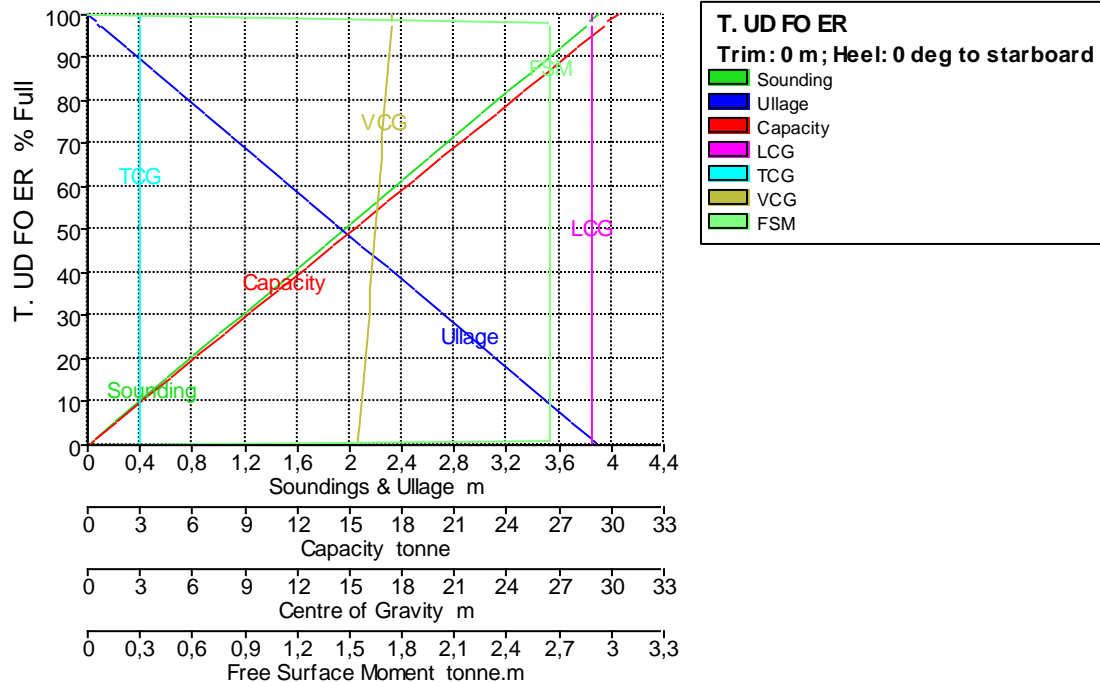
Fluid Type = Fuel Oil      Specific gravity = 0,9443  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. UD FO BR	3,900	0,000	100,000	32,105	30,317	28,900	-3,000	17,450	0,000
	3,822	0,078	98,000	31,463	29,710	28,900	-3,000	17,411	2,644
	3,818	0,082	97,900	31,431	29,680	28,900	-3,000	17,409	2,644
	3,800	0,100	97,436	31,282	29,539	28,900	-3,000	17,400	2,644
	3,600	0,300	92,308	29,635	27,985	28,900	-3,000	17,300	2,644
	3,400	0,500	87,179	27,989	26,430	28,900	-3,000	17,200	2,644
	3,200	0,700	82,051	26,342	24,875	28,900	-3,000	17,100	2,644
	3,000	0,900	76,923	24,696	23,320	28,900	-3,000	17,000	2,644
	2,800	1,100	71,795	23,050	21,766	28,900	-3,000	16,900	2,644
	2,600	1,300	66,667	21,403	20,211	28,900	-3,000	16,800	2,644
	2,400	1,500	61,538	19,757	18,656	28,900	-3,000	16,700	2,644
	2,200	1,700	56,410	18,110	17,102	28,900	-3,000	16,600	2,644
	2,000	1,900	51,282	16,464	15,547	28,900	-3,000	16,500	2,644
	1,800	2,100	46,154	14,818	13,992	28,900	-3,000	16,400	2,644
	1,600	2,300	41,026	13,171	12,438	28,900	-3,000	16,300	2,644
	1,400	2,500	35,897	11,525	10,883	28,900	-3,000	16,200	2,644
	1,200	2,700	30,769	9,878	9,328	28,900	-3,000	16,100	2,644
	1,000	2,900	25,641	8,232	7,773	28,900	-3,000	16,000	2,644
	0,800	3,100	20,513	6,586	6,219	28,900	-3,000	15,900	2,644
	0,600	3,300	15,385	4,939	4,664	28,900	-3,000	15,800	2,644
	0,400	3,500	10,256	3,293	3,109	28,900	-3,000	15,700	2,644
	0,200	3,700	5,128	1,646	1,555	28,900	-3,000	15,600	2,644
	0,039	3,861	1,000	0,321	0,303	28,900	-3,000	15,519	2,644
	0,000	3,900	0,000	0,000	0,000	28,900	-3,000	15,500	0,000

## Tank Calibrations - T. UD FO ER

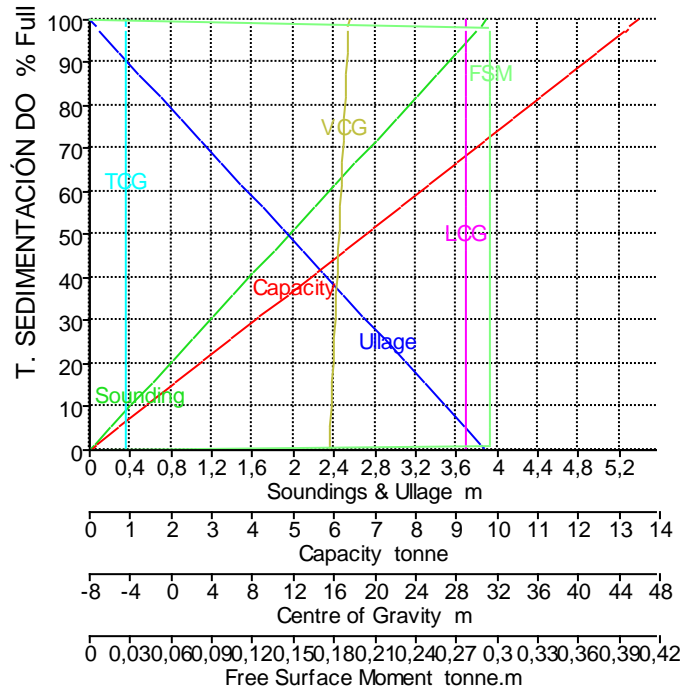
Fluid Type = Fuel Oil      Specific gravity = 0,9443  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. UD FO ER	3,900	0,000	100,000	32,105	30,317	28,900	3,000	17,450	0,000
	3,822	0,078	98,000	31,463	29,710	28,900	3,000	17,411	2,644
	3,818	0,082	97,900	31,431	29,680	28,900	3,000	17,409	2,644
	3,800	0,100	97,436	31,282	29,539	28,900	3,000	17,400	2,644
	3,600	0,300	92,308	29,635	27,985	28,900	3,000	17,300	2,644
	3,400	0,500	87,179	27,989	26,430	28,900	3,000	17,200	2,644
	3,200	0,700	82,051	26,342	24,875	28,900	3,000	17,100	2,644
	3,000	0,900	76,923	24,696	23,320	28,900	3,000	17,000	2,644
	2,800	1,100	71,795	23,050	21,766	28,900	3,000	16,900	2,644
	2,600	1,300	66,667	21,403	20,211	28,900	3,000	16,800	2,644
	2,400	1,500	61,538	19,757	18,656	28,900	3,000	16,700	2,644
	2,200	1,700	56,410	18,110	17,102	28,900	3,000	16,600	2,644
	2,000	1,900	51,282	16,464	15,547	28,900	3,000	16,500	2,644
	1,800	2,100	46,154	14,818	13,992	28,900	3,000	16,400	2,644
	1,600	2,300	41,026	13,171	12,438	28,900	3,000	16,300	2,644
	1,400	2,500	35,897	11,525	10,883	28,900	3,000	16,200	2,644
	1,200	2,700	30,769	9,878	9,328	28,900	3,000	16,100	2,644
	1,000	2,900	25,641	8,232	7,773	28,900	3,000	16,000	2,644
	0,800	3,100	20,513	6,586	6,219	28,900	3,000	15,900	2,644
	0,600	3,300	15,385	4,939	4,664	28,900	3,000	15,800	2,644
	0,400	3,500	10,256	3,293	3,109	28,900	3,000	15,700	2,644
	0,200	3,700	5,128	1,646	1,555	28,900	3,000	15,600	2,644
	0,039	3,861	1,000	0,321	0,303	28,900	3,000	15,519	2,644
	0,000	3,900	0,000	0,000	0,000	28,900	3,000	15,500	0,000

## Tank Calibrations - T. SEDIMENTACIÓN DO

Fluid Type = Diesel      Specific gravity = 0,84  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



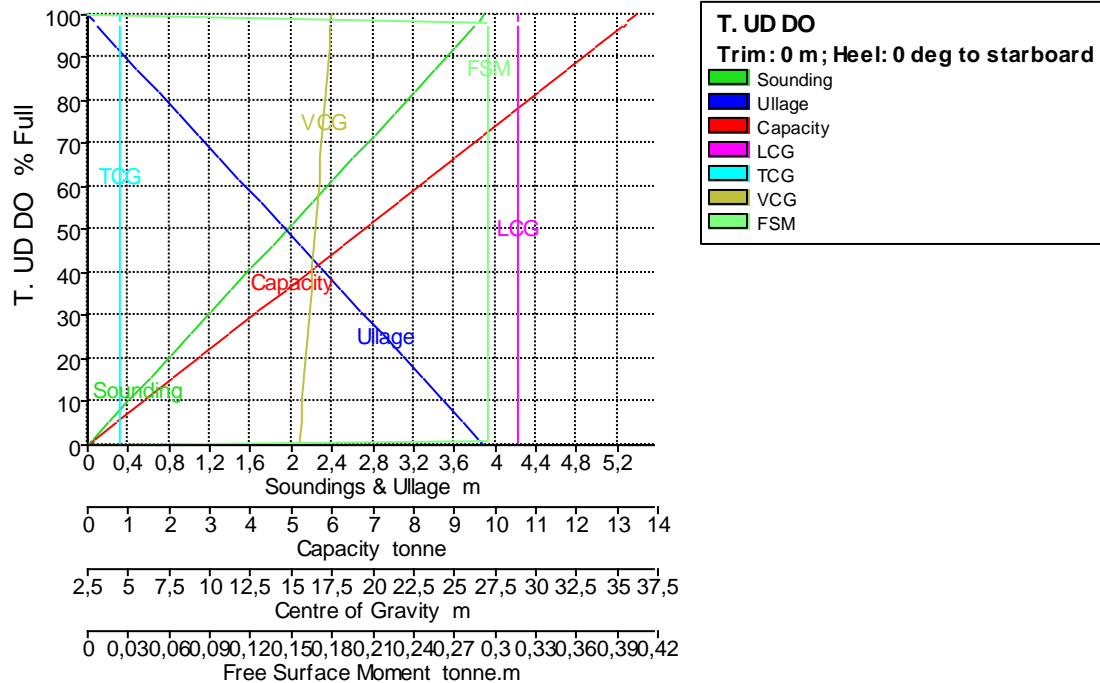
**T. SEDIMENTACIÓN DO**  
Trim: 0 m; Heel: 0 deg to starboard

- Sounding
- Ullage
- Capacity
- LCG
- TCG
- VCG
- FSM

Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. SEDIMENTACIÓN DO	3,900	0,000	100,000	16,052	13,484	28,900	-4,500	17,450	0,000
	3,822	0,078	98,000	15,731	13,214	28,900	-4,500	17,411	0,294
	3,818	0,082	97,900	15,715	13,201	28,900	-4,500	17,409	0,294
	3,800	0,100	97,436	15,641	13,138	28,900	-4,500	17,400	0,294
	3,600	0,300	92,308	14,818	12,447	28,900	-4,500	17,300	0,294
	3,400	0,500	87,179	13,994	11,755	28,900	-4,500	17,200	0,294
	3,200	0,700	82,051	13,171	11,064	28,900	-4,500	17,100	0,294
	3,000	0,900	76,923	12,348	10,372	28,900	-4,500	17,000	0,294
	2,800	1,100	71,795	11,525	9,681	28,900	-4,500	16,900	0,294
	2,600	1,300	66,667	10,702	8,989	28,900	-4,500	16,800	0,294
	2,400	1,500	61,538	9,878	8,298	28,900	-4,500	16,700	0,294
	2,200	1,700	56,410	9,055	7,606	28,900	-4,500	16,600	0,294
	2,000	1,900	51,282	8,232	6,915	28,900	-4,500	16,500	0,294
	1,800	2,100	46,154	7,409	6,223	28,900	-4,500	16,400	0,294
	1,600	2,300	41,026	6,586	5,532	28,900	-4,500	16,300	0,294
	1,400	2,500	35,897	5,762	4,840	28,900	-4,500	16,200	0,294
	1,200	2,700	30,769	4,939	4,149	28,900	-4,500	16,100	0,294
	1,000	2,900	25,641	4,116	3,457	28,900	-4,500	16,000	0,294
	0,800	3,100	20,513	3,293	2,766	28,900	-4,500	15,900	0,294
	0,600	3,300	15,385	2,470	2,074	28,900	-4,500	15,800	0,294
	0,400	3,500	10,256	1,646	1,383	28,900	-4,500	15,700	0,294
	0,200	3,700	5,128	0,823	0,691	28,900	-4,500	15,600	0,294
	0,039	3,861	1,000	0,161	0,135	28,900	-4,500	15,519	0,294
	0,000	3,900	0,000	0,000	0,000	28,900	-4,500	15,500	0,000

## Tank Calibrations - T. UD DO

Fluid Type = Diesel      Specific gravity = 0,84  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard

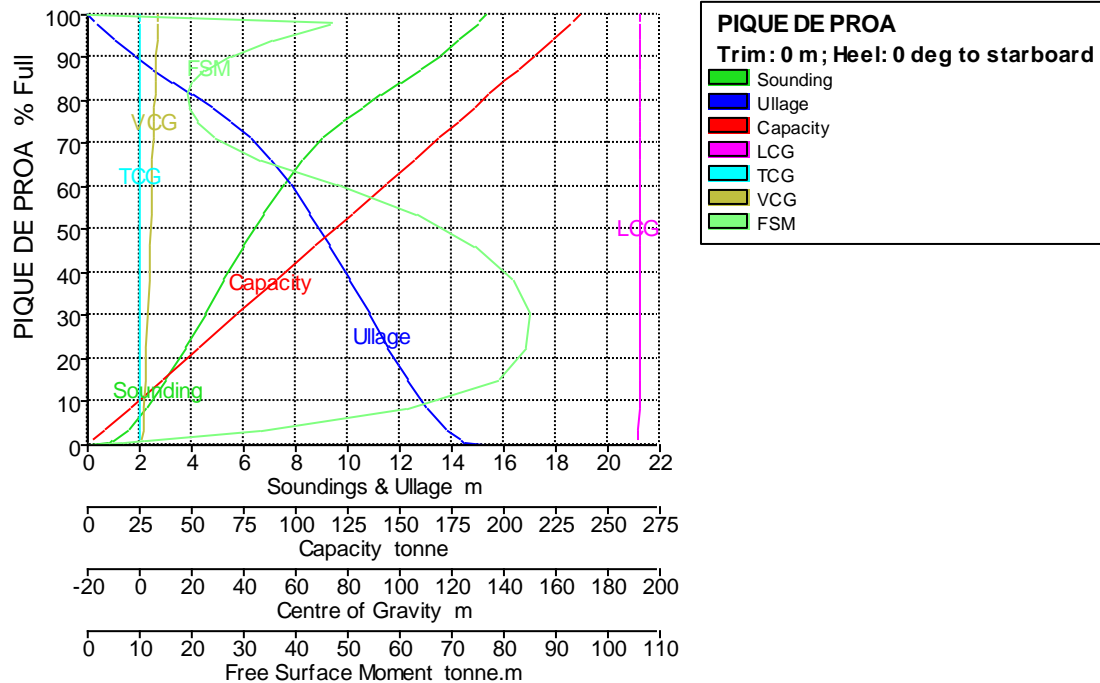


Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
T. UD DO	3,900	0,000	100,000	16,052	13,484	28,900	4,500	17,450	0,000
	3,822	0,078	98,000	15,731	13,214	28,900	4,500	17,411	0,294
	3,818	0,082	97,900	15,715	13,201	28,900	4,500	17,409	0,294
	3,800	0,100	97,436	15,641	13,138	28,900	4,500	17,400	0,294
	3,600	0,300	92,308	14,818	12,447	28,900	4,500	17,300	0,294
	3,400	0,500	87,179	13,994	11,755	28,900	4,500	17,200	0,294
	3,200	0,700	82,051	13,171	11,064	28,900	4,500	17,100	0,294
	3,000	0,900	76,923	12,348	10,372	28,900	4,500	17,000	0,294
	2,800	1,100	71,795	11,525	9,681	28,900	4,500	16,900	0,294
	2,600	1,300	66,667	10,702	8,989	28,900	4,500	16,800	0,294
	2,400	1,500	61,538	9,878	8,298	28,900	4,500	16,700	0,294
	2,200	1,700	56,410	9,055	7,606	28,900	4,500	16,600	0,294
	2,000	1,900	51,282	8,232	6,915	28,900	4,500	16,500	0,294
	1,800	2,100	46,154	7,409	6,223	28,900	4,500	16,400	0,294
	1,600	2,300	41,026	6,586	5,532	28,900	4,500	16,300	0,294
	1,400	2,500	35,897	5,762	4,840	28,900	4,500	16,200	0,294
	1,200	2,700	30,769	4,939	4,149	28,900	4,500	16,100	0,294
	1,000	2,900	25,641	4,116	3,457	28,900	4,500	16,000	0,294
	0,800	3,100	20,513	3,293	2,766	28,900	4,500	15,900	0,294
	0,600	3,300	15,385	2,470	2,074	28,900	4,500	15,800	0,294
	0,400	3,500	10,256	1,646	1,383	28,900	4,500	15,700	0,294
	0,200	3,700	5,128	0,823	0,691	28,900	4,500	15,600	0,294
	0,039	3,861	1,000	0,161	0,135	28,900	4,500	15,519	0,294
	0,000	3,900	0,000	0,000	0,000	28,900	4,500	15,500	0,000



## Tank Calibrations - PIQUE DE PROA

Fluid Type = Water Ballast      Specific gravity = 1,025  
Permeability = 98 %  
Trim = 0 m (+ve by stern); Heel = 0 deg to starboard



Tank Name	Sounding m	Ullage m	% Full	Capacity m <sup>3</sup>	Capacity tonne	LCG m	TCG m	VCG m	FSM tonne.m
PIQUE DE PROA	15,323	0,000	100,000	231,062	236,839	192,456	0,000	7,273	0,000
	15,000	0,323	98,070	226,603	232,268	192,465	0,000	7,115	47,178
	14,988	0,335	98,000	226,441	232,102	192,466	0,000	7,109	46,904
	14,970	0,352	97,900	226,210	231,865	192,466	0,000	7,101	46,516
	14,250	1,073	93,998	217,194	222,624	192,487	0,000	6,781	35,358
	13,500	1,823	90,387	208,850	214,071	192,510	0,000	6,490	27,497
	12,750	2,573	87,162	201,399	206,434	192,534	0,000	6,238	22,387
	12,000	3,323	84,186	194,522	199,385	192,559	0,000	6,015	19,810
	11,250	4,073	81,280	187,807	192,502	192,585	0,000	5,808	19,296
	10,500	4,823	78,259	180,826	185,347	192,612	0,000	5,606	19,664
	9,750	5,573	74,930	173,135	177,464	192,637	0,000	5,397	21,024
	9,000	6,323	70,988	164,028	168,128	192,653	0,000	5,167	24,795
	8,250	7,073	66,192	152,944	156,767	192,659	0,000	4,905	33,435
	7,500	7,823	60,353	139,452	142,938	192,652	0,000	4,602	48,160
	6,750	8,573	53,548	123,728	126,821	192,632	0,000	4,259	63,305
	6,000	9,323	46,063	106,435	109,096	192,597	0,000	3,888	74,761
	5,250	10,073	38,205	88,277	90,484	192,544	0,000	3,494	81,778
	4,500	10,823	30,225	69,839	71,585	192,469	0,000	3,083	84,967
	3,750	11,573	22,392	51,738	53,032	192,365	0,000	2,655	84,371
	3,000	12,323	14,979	34,611	35,476	192,225	0,000	2,209	78,901
	2,250	13,073	8,441	19,504	19,992	192,033	0,000	1,741	61,230
	1,500	13,823	3,404	7,865	8,061	191,764	0,000	1,246	33,212
	0,914	14,409	1,000	2,311	2,368	191,513	0,000	0,844	10,874
	0,750	14,573	0,591	1,367	1,401	191,428	0,000	0,728	6,457
	0,000	15,323	0,000	0,000	0,000	190,980	0,000	0,177	0,000

# **ANEXO III**

## **Plano de zona estanca y PIP**



#### CARACTERÍSTICAS

LOA.....203,00 m  
 Lpp.....193,60 m  
 Lwl.....198,40 m  
 B.....32,20 m  
 D.....19,40 m  
 T.....12,90 m



Escola Politécnica Superior  
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto N°: 14-102

Proyecto: PETROLERO DE PRODUCTOS DE 55000 TPM

Fecha: SEP 2014

Título del Plano: PLANO ZONA ESTANCA

Plano N°: 2/2

ESCALA 1:1000

Autor: LETICIA Mª GUZMÁN GARCÍA

Firma:

# **ANEXO IV**

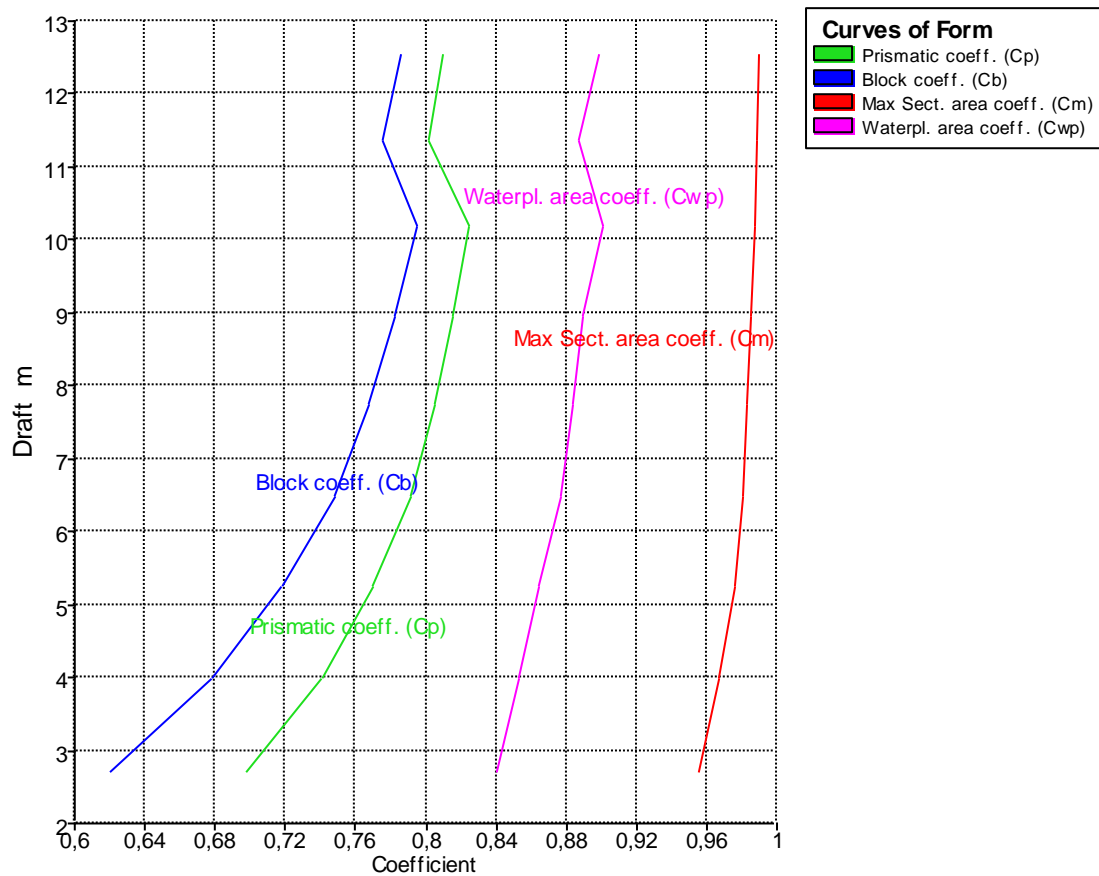
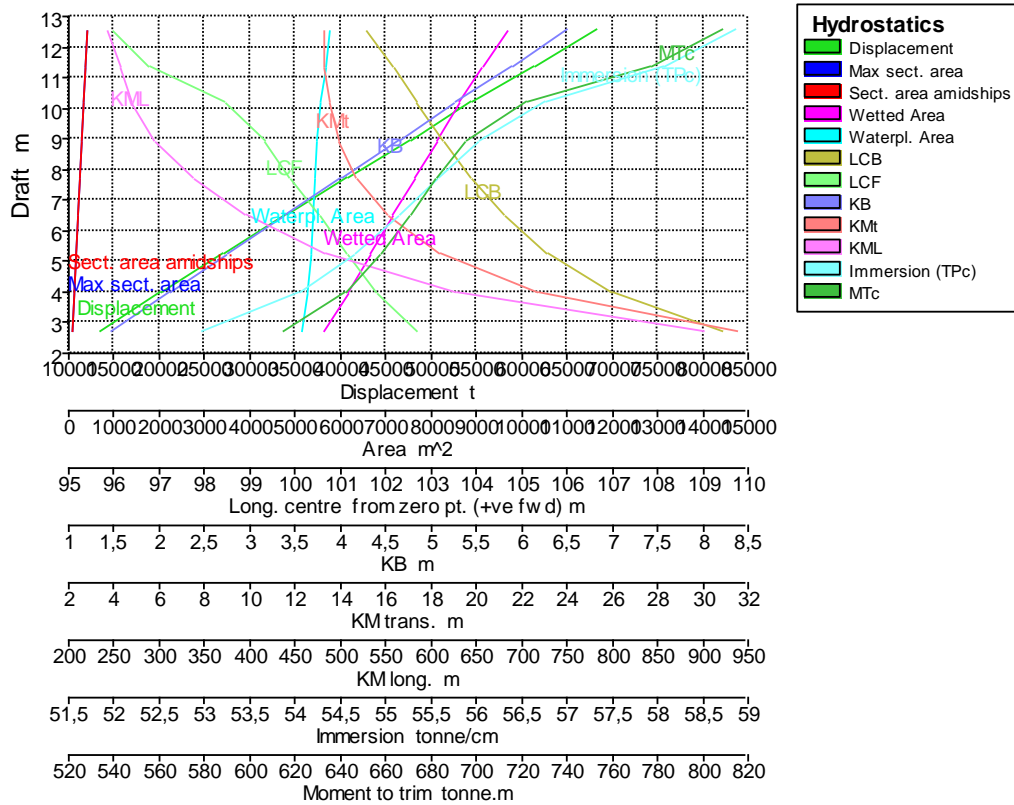
## **Tabla de hidrostáticas**

### Para trimado -1,5 m:

Fixed Trim = -1,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

Draft Amidships m	2,707	3,991	5,254	6,506	7,747	8,979	10,197	11,395	12,570
Displacement t	13400	20275	27150	34025	40900	47775	54650	61525	68400
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	3,457	4,741	6,004	7,256	8,497	9,729	10,947	12,145	13,320
Draft at AP m	1,957	3,241	4,504	5,756	6,997	8,229	9,447	10,645	11,820
Draft at LCF m	2,753	4,029	5,288	6,535	7,771	8,998	10,210	11,395	12,563
Trim (+ve by stern) m	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500
WL Length m	191,316	192,095	191,702	190,672	190,677	190,848	190,911	198,339	198,479
Beam max extents on WL m	32,144	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200
Wetted Area m <sup>2</sup>	5648,539	6169,627	6674,568	7166,770	7648,245	8127,561	8640,431	9172,626	9675,249
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5167,725	5274,194	5333,882	5381,521	5423,504	5466,281	5539,585	5666,023	5744,889
Prismatic coeff. (Cp)	0,698	0,741	0,769	0,792	0,805	0,815	0,824	0,802	0,810
Block coeff. (Cb)	0,620	0,679	0,718	0,748	0,767	0,782	0,794	0,776	0,786
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,956	0,967	0,976	0,980	0,983	0,986	0,987	0,988	0,990
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,840	0,853	0,864	0,877	0,883	0,890	0,901	0,887	0,899
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	109,409	106,959	105,559	104,605	103,865	103,250	102,697	102,136	101,549
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	102,667	101,766	101,140	100,523	99,884	99,328	98,444	96,760	95,924
KB m	1,470	2,122	2,765	3,401	4,031	4,658	5,280	5,897	6,509
KG m	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900
BMt m	30,046	20,530	15,602	12,633	10,652	9,248	8,211	7,421	6,787
BML m	899,749	624,144	479,611	391,419	332,097	290,083	263,617	251,647	235,531
GMt m	18,519	9,674	5,399	3,073	1,729	0,956	0,545	0,378	0,359
GML m	888,222	613,288	469,409	381,860	323,174	281,791	255,951	244,603	229,103
KMt m	31,516	22,652	18,366	16,033	14,683	13,905	13,490	13,319	13,295
KML m	901,192	626,248	482,362	394,808	336,119	294,732	268,889	257,537	242,032
Immersion (TPC) tonne/cm	52,969	54,060	54,672	55,161	55,591	56,029	56,781	58,077	58,885
MTc tonne.m	614,782	642,275	658,286	671,115	682,738	695,381	722,506	777,335	809,434
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	4330,943	3423,144	2558,366	1825,078	1234,324	796,764	520,014	405,494	428,255
Max deck inclination deg	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,4439	-0,4439	-0,4439	-0,4439	-0,4439	-0,4439	-0,4439	-0,4439	-0,4439



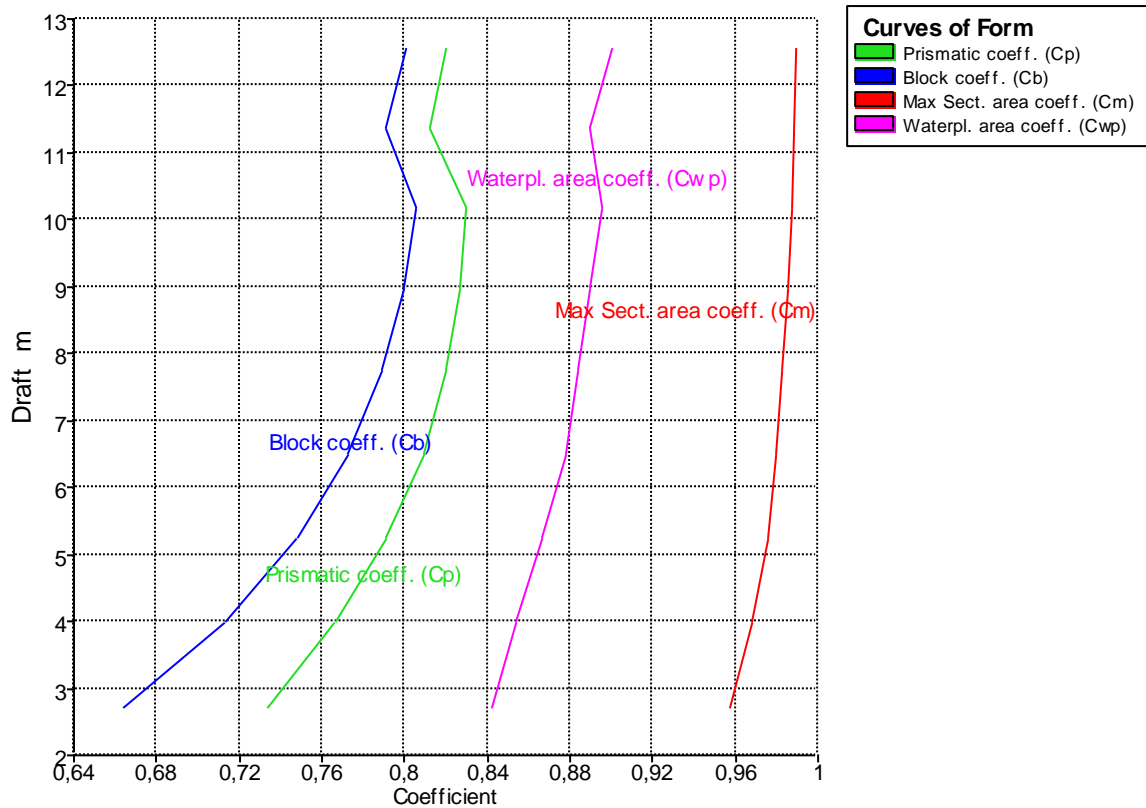
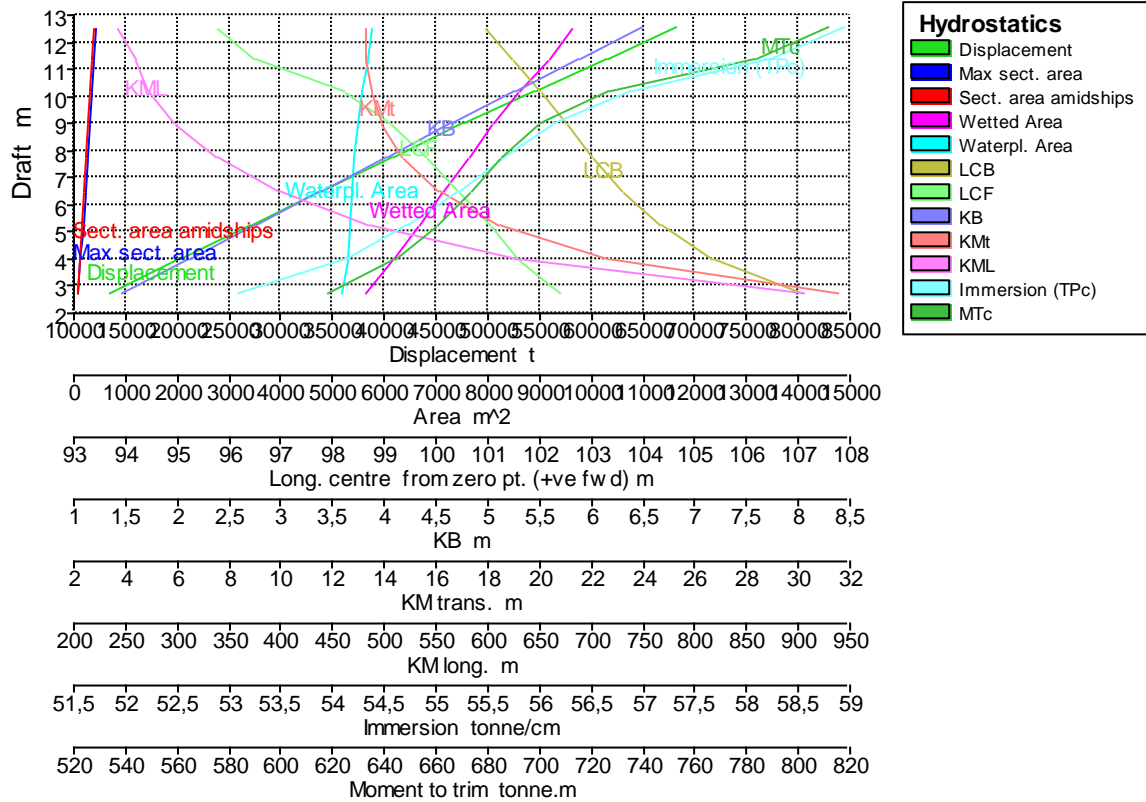
### **Para trimado -1 m:**

Fixed Trim = -1 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

<b>Draft Amidships m</b>	<b>2,722</b>	<b>4,003</b>	<b>5,266</b>	<b>6,515</b>	<b>7,755</b>	<b>8,985</b>	<b>10,201</b>	<b>11,395</b>	<b>12,568</b>
Displacement t	13400	20275	27150	34025	40900	47775	54650	61525	68400
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	3,222	4,503	5,766	7,015	8,255	9,485	10,701	11,895	13,068
Draft at AP m	2,222	3,503	4,766	6,015	7,255	8,485	9,701	10,895	12,068
Draft at LCF m	2,751	4,028	5,287	6,534	7,770	8,997	10,208	11,393	12,562
Trim (+ve by stern) m	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000
WL Length m	191,290	192,056	191,325	190,627	190,728	191,136	192,532	198,344	198,439
Beam max extents on WL m	32,132	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200
Wetted Area m <sup>2</sup>	5655,738	6173,983	6678,340	7167,455	7648,174	8133,124	8635,050	9184,054	9681,865
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5178,154	5281,666	5339,863	5388,551	5430,357	5477,450	5551,270	5679,732	5751,995
Prismatic coeff. (Cp)	0,734	0,767	0,791	0,809	0,820	0,827	0,829	0,813	0,820
Block coeff. (Cb)	0,664	0,713	0,748	0,773	0,789	0,800	0,805	0,791	0,800
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,957	0,968	0,975	0,980	0,983	0,985	0,987	0,988	0,989
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,842	0,854	0,867	0,878	0,884	0,890	0,895	0,889	0,900
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	107,081	105,345	104,319	103,592	103,005	102,499	102,014	101,484	100,940
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	102,382	101,598	101,025	100,418	99,786	99,124	98,200	96,466	95,738
KB m	1,455	2,112	2,757	3,394	4,026	4,653	5,276	5,893	6,505
KG m	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900
BMt m	30,114	20,566	15,625	12,652	10,668	9,260	8,222	7,433	6,797
BML m	904,795	626,533	481,058	392,891	333,310	291,976	265,396	253,590	236,359
GMt m	18,617	9,734	5,443	3,111	1,762	0,984	0,571	0,403	0,380
GML m	893,298	615,701	470,876	383,351	324,404	283,699	257,744	246,559	229,942
KMt m	31,569	22,678	18,382	16,046	14,694	13,913	13,497	13,327	13,301
KML m	906,238	628,637	483,808	396,280	337,332	296,625	270,668	259,480	242,861
Immersion (TPc) tonne/cm	53,076	54,137	54,734	55,233	55,661	56,144	56,901	58,217	58,958
MTc tonne.m	618,296	644,801	660,346	673,736	685,337	700,090	727,568	783,551	812,400
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	4353,732	3444,464	2579,134	1847,233	1257,582	820,207	544,313	432,198	453,615
Max deck inclination deg	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,2959	-0,2959	-0,2959	-0,2959	-0,2959	-0,2959	-0,2959	-0,2959	-0,2959



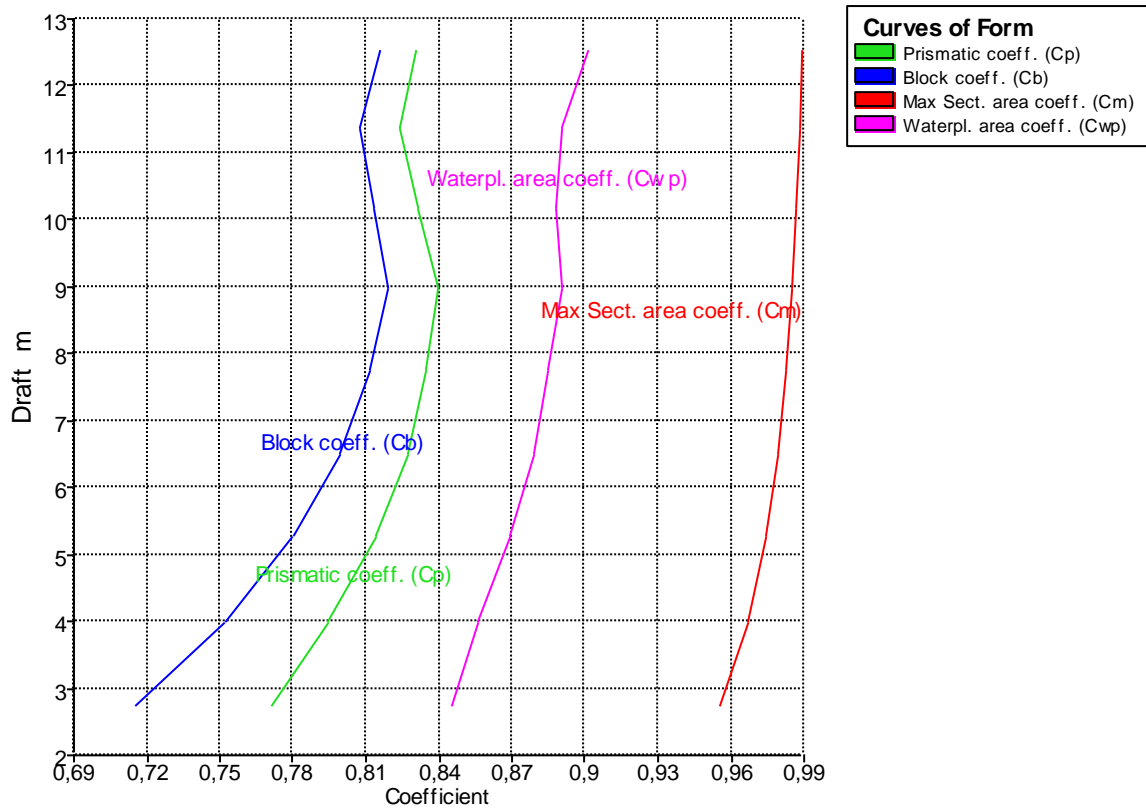
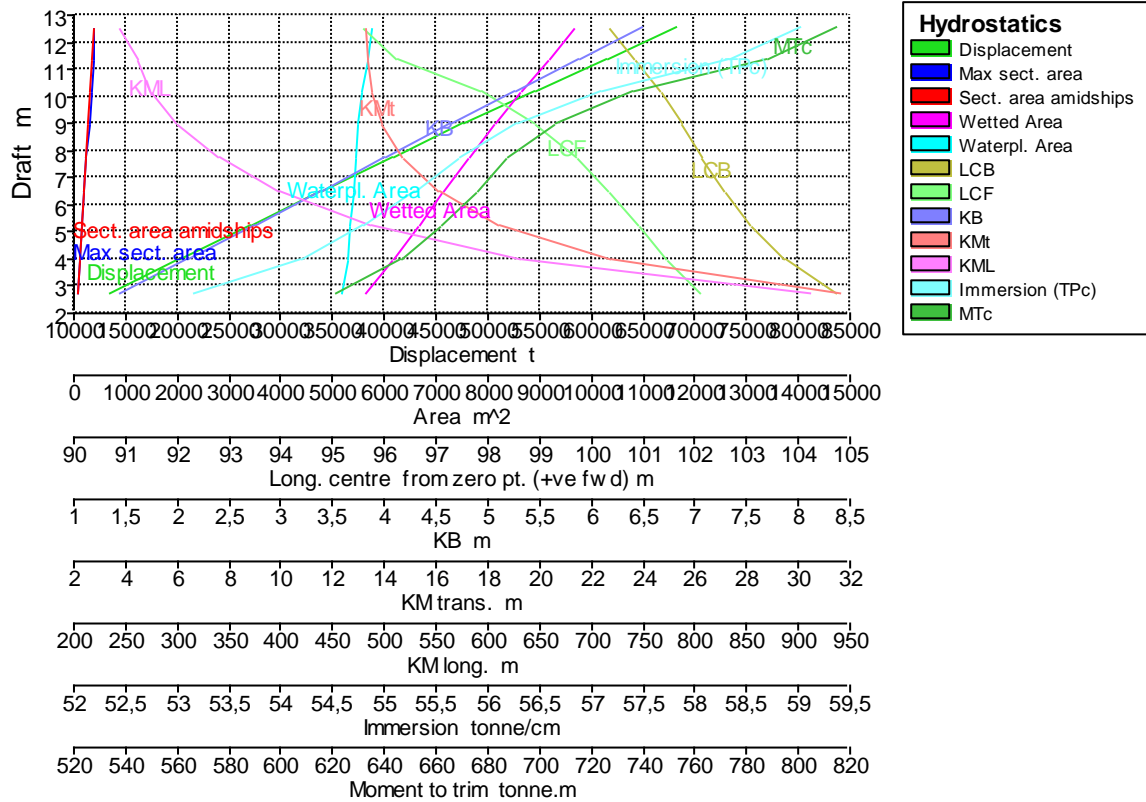


### **Para trimado -0,5 m:**

Fixed Trim = -0,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

<b>Draft Amidships m</b>	<b>2,736</b>	<b>4,015</b>	<b>5,276</b>	<b>6,525</b>	<b>7,763</b>	<b>8,991</b>	<b>10,204</b>	<b>11,393</b>	<b>12,565</b>
Displacement t	13400	20275	27150	34025	40900	47775	54650	61525	68400
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	2,986	4,265	5,526	6,775	8,013	9,241	10,454	11,643	12,815
Draft at AP m	2,486	3,765	5,026	6,275	7,513	8,741	9,954	11,143	12,315
Draft at LCF m	2,750	4,027	5,287	6,534	7,770	8,996	10,207	11,392	12,561
Trim (+ve by stern) m	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500
WL Length m	191,125	191,830	190,975	190,567	190,821	191,423	194,874	198,375	198,403
Beam max extents on WL m	32,120	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200
Wetted Area m <sup>2</sup>	5662,075	6178,066	6681,476	7167,889	7648,498	8145,791	8646,233	9193,368	9688,136
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5187,130	5288,493	5345,861	5395,291	5437,363	5491,336	5570,099	5690,991	5758,692
Prismatic coeff. (Cp)	0,771	0,794	0,814	0,827	0,835	0,840	0,831	0,824	0,830
Block coeff. (Cb)	0,715	0,752	0,781	0,800	0,811	0,819	0,814	0,808	0,816
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,955	0,967	0,975	0,980	0,983	0,985	0,987	0,988	0,989
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,845	0,856	0,869	0,879	0,885	0,891	0,888	0,891	0,901
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	104,740	103,724	103,075	102,575	102,142	101,741	101,325	100,827	100,329
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	102,095	101,433	100,905	100,310	99,691	98,885	97,838	96,217	95,564
KB m	1,446	2,106	2,752	3,390	4,022	4,650	5,273	5,891	6,502
KG m	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900
BMt m	30,172	20,599	15,648	12,670	10,684	9,274	8,234	7,445	6,806
BML m	909,164	628,738	482,529	394,300	334,554	294,368	268,424	255,149	237,131
GMt m	18,698	9,787	5,484	3,145	1,793	1,011	0,595	0,425	0,400
GML m	897,690	617,926	472,364	384,775	325,663	286,105	260,785	248,129	230,724
KMt m	31,618	22,705	18,400	16,060	14,706	13,924	13,507	13,335	13,309
KML m	910,607	630,842	485,279	397,688	338,576	299,017	273,696	261,038	243,632
Immersion (TPc) tonne/cm	53,168	54,207	54,795	55,302	55,733	56,286	57,094	58,333	59,027
MTc tonne.m	621,337	647,131	662,432	676,236	687,996	706,027	736,153	788,540	815,162
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	4372,757	3463,083	2598,399	1867,780	1279,604	842,908	567,598	456,482	476,989
Max deck inclination deg	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,1480	-0,1480	-0,1480	-0,1480	-0,1480	-0,1480	-0,1480	-0,1480	-0,1480

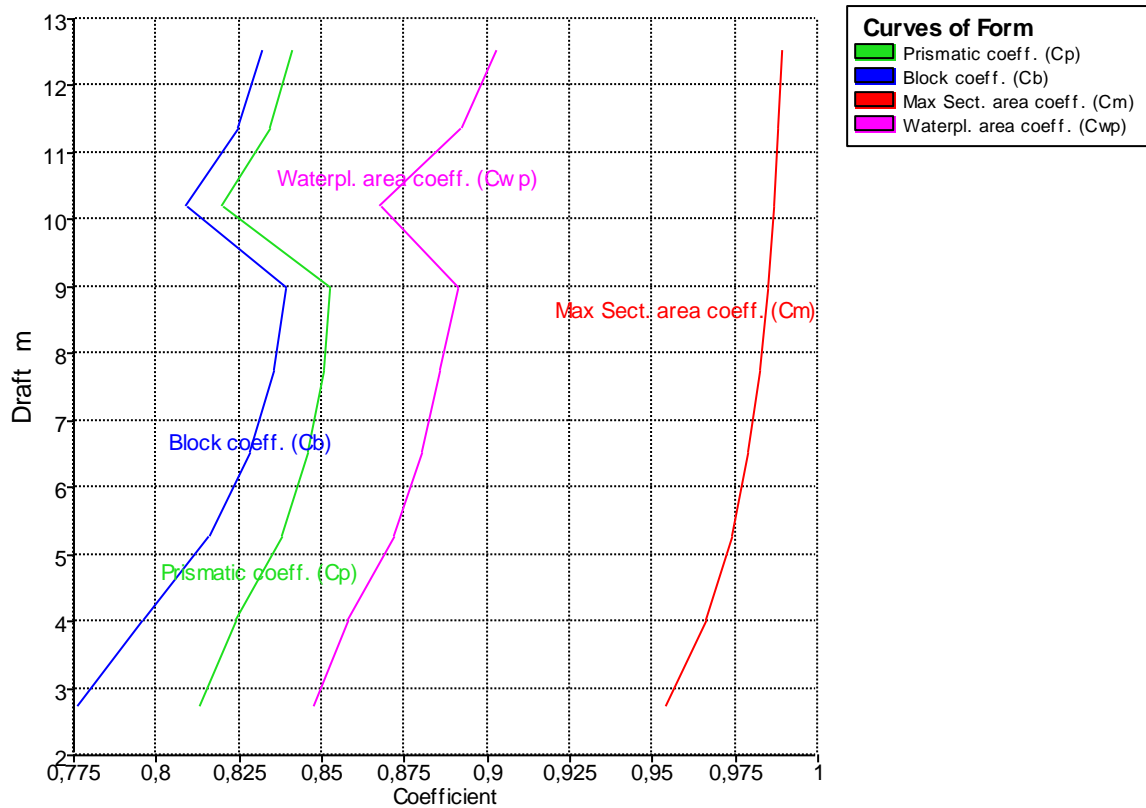
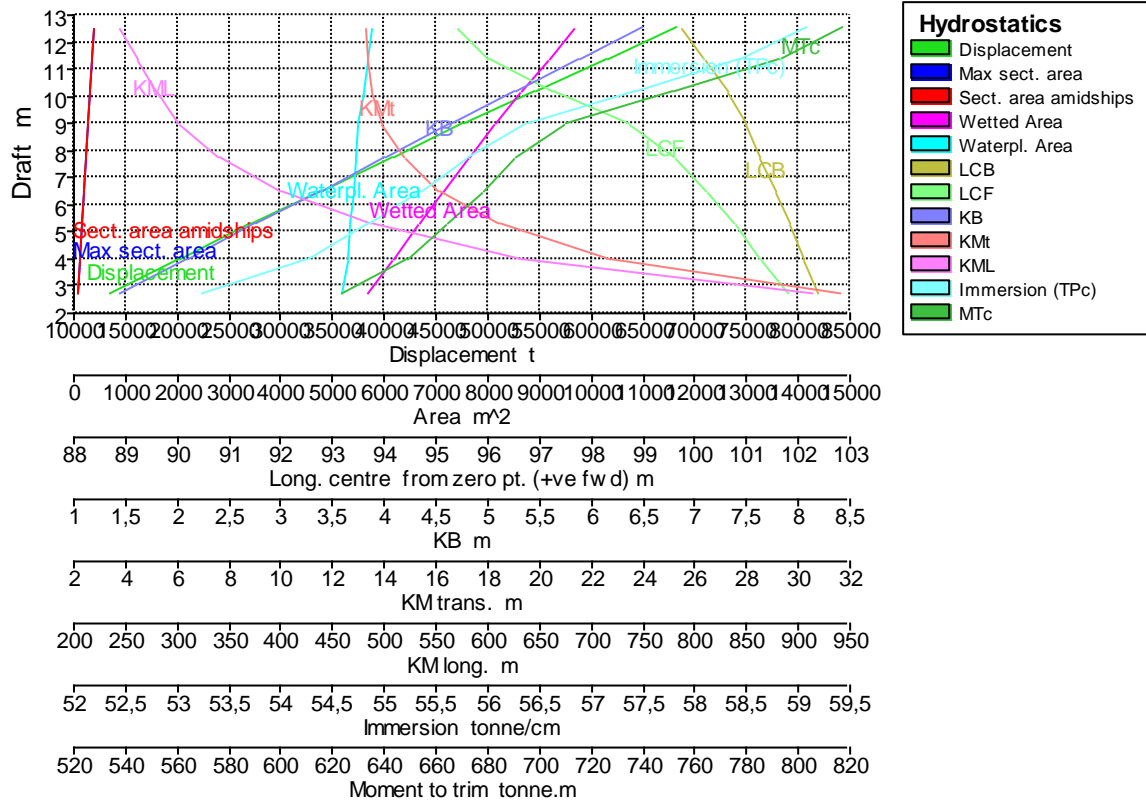


### **Para trimado 0 m:**

Fixed Trim = 0 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

<b>Draft Amidships m</b>	<b>2,750</b>	<b>4,027</b>	<b>5,287</b>	<b>6,534</b>	<b>7,770</b>	<b>8,996</b>	<b>10,206</b>	<b>11,392</b>	<b>12,561</b>
Displacement t	13400	20275	27150	34025	40900	47775	54650	61525	68400
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	2,750	4,027	5,287	6,534	7,770	8,996	10,206	11,392	12,561
Draft at AP m	2,750	4,027	5,287	6,534	7,770	8,996	10,206	11,392	12,561
Draft at LCF m	2,750	4,027	5,287	6,534	7,770	8,996	10,206	11,392	12,561
Trim (+ve by stern) m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
WL Length m	190,942	191,607	190,701	190,541	190,897	191,743	200,531	198,461	198,369
Beam max extends on WL m	32,081	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200
Wetted Area m <sup>2</sup>	5667,181	6182,201	6682,949	7168,166	7648,705	8154,313	8676,658	9201,497	9694,121
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5193,497	5294,015	5352,172	5402,006	5444,435	5502,189	5603,006	5700,983	5764,962
Prismatic coeff. (Cp)	0,813	0,824	0,838	0,846	0,850	0,852	0,820	0,835	0,841
Block coeff. (Cb)	0,776	0,796	0,816	0,828	0,835	0,839	0,809	0,825	0,832
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,954	0,966	0,974	0,979	0,982	0,985	0,987	0,988	0,989
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,848	0,858	0,872	0,880	0,886	0,891	0,868	0,892	0,903
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	102,390	102,098	101,826	101,555	101,276	100,978	100,626	100,166	99,715
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	101,802	101,278	100,774	100,200	99,597	98,704	97,229	95,995	95,401
KB m	1,443	2,103	2,750	3,389	4,021	4,649	5,272	5,890	6,502
KG m	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900
BMt m	30,206	20,629	15,671	12,689	10,701	9,288	8,247	7,456	6,816
BML m	912,408	630,449	484,122	395,695	335,809	296,182	274,096	256,498	237,846
GMt m	18,749	9,832	5,521	3,178	1,822	1,037	0,619	0,446	0,417
GML m	900,952	619,652	473,972	386,184	326,930	287,931	266,468	249,488	231,448
KMt m	31,649	22,732	18,421	16,078	14,722	13,937	13,519	13,346	13,317
KML m	913,852	632,552	486,872	399,084	339,830	300,831	279,368	262,388	244,348
Immersion (TPc) tonne/cm	53,233	54,264	54,860	55,371	55,805	56,397	57,431	58,435	59,091
MTc tonne.m	623,593	648,939	664,688	678,714	690,673	710,532	752,196	792,860	817,717
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	4384,785	3479,046	2616,001	1887,085	1300,464	864,683	590,706	479,129	498,217
Max deck inclination deg	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

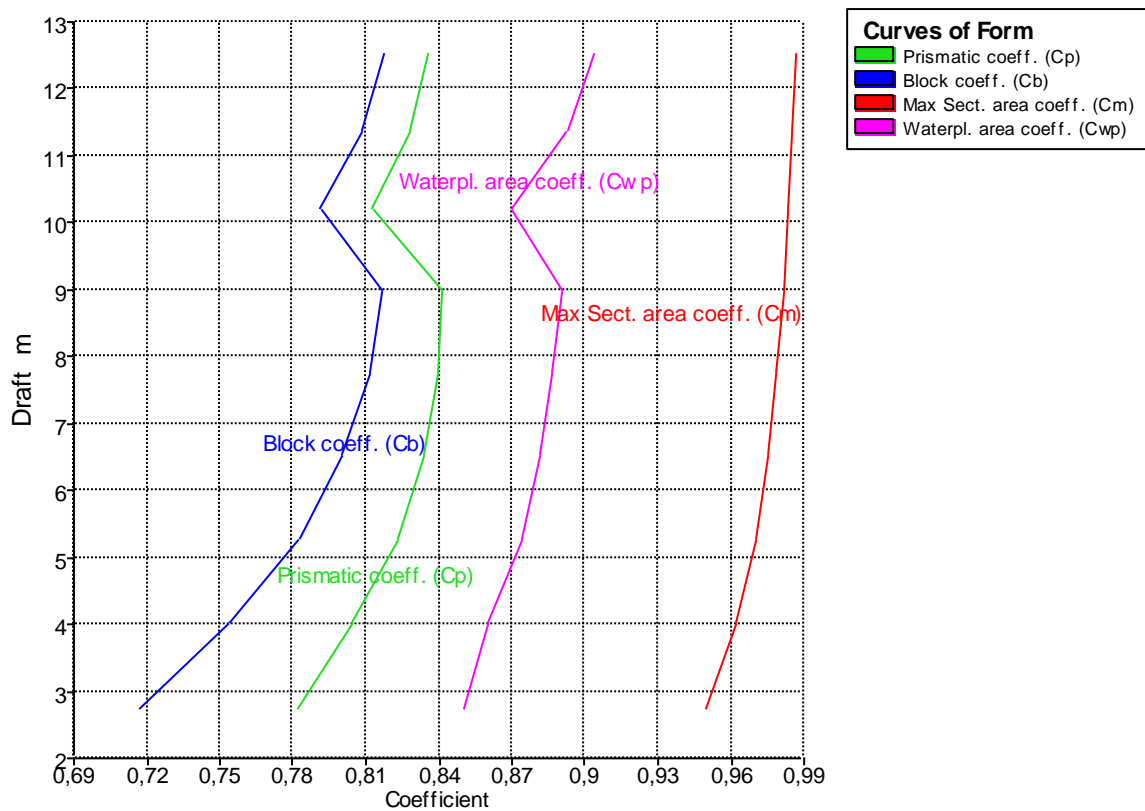
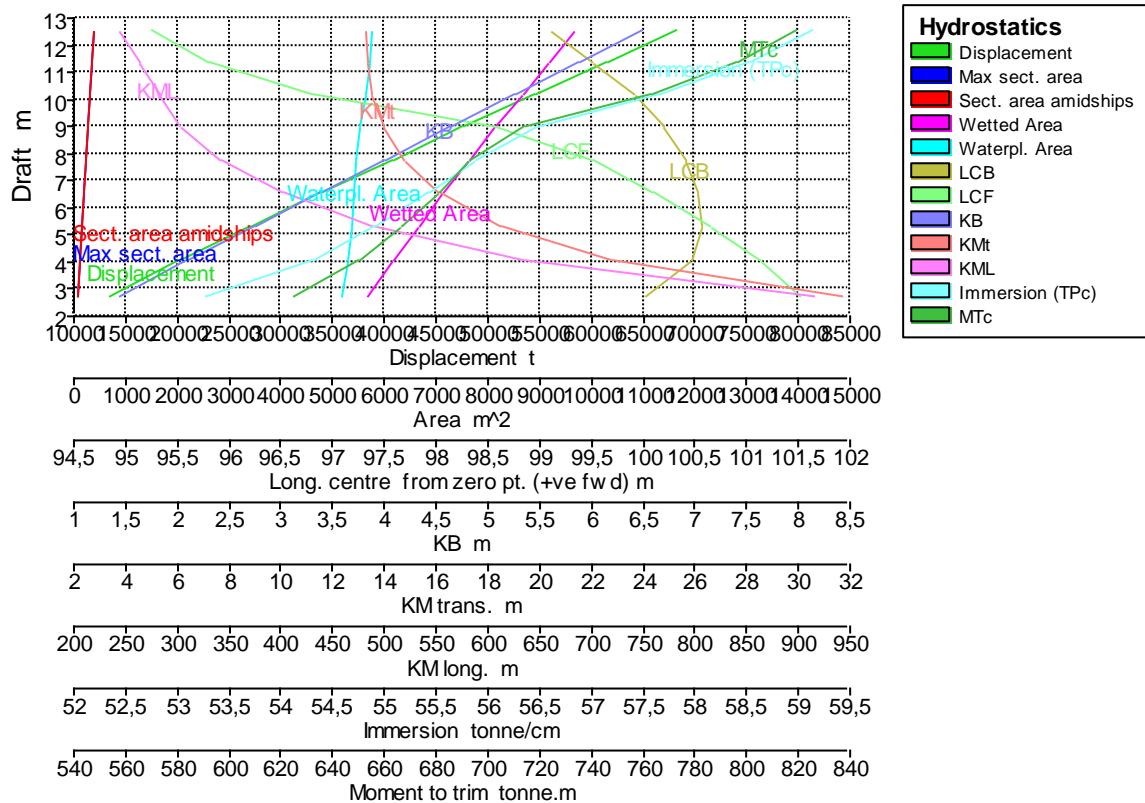


### **Para trimado 0,5 m:**

Fixed Trim = 0,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

<b>Draft Amidships m</b>	<b>2,762</b>	<b>4,038</b>	<b>5,297</b>	<b>6,542</b>	<b>7,777</b>	<b>9,001</b>	<b>10,207</b>	<b>11,389</b>	<b>12,557</b>
Displacement t	13400	20275	27150	34025	40900	47775	54650	61525	68400
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	2,512	3,788	5,047	6,292	7,527	8,751	9,957	11,139	12,307
Draft at AP m	3,012	4,288	5,547	6,792	8,027	9,251	10,457	11,639	12,807
Draft at LCF m	2,750	4,027	5,287	6,534	7,770	8,996	10,207	11,392	12,561
Trim (+ve by stern) m	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
WL Length m	190,761	191,385	190,438	190,553	191,000	192,225	200,756	198,650	198,348
Beam max extents on WL m	32,043	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200
Wetted Area m <sup>2</sup>	5671,295	6186,203	6684,160	7168,206	7648,823	8160,591	8694,516	9207,721	9699,832
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5197,838	5299,016	5358,230	5408,638	5451,404	5512,107	5626,245	5710,024	5770,835
Prismatic coeff. (Cp)	0,782	0,804	0,823	0,833	0,840	0,842	0,812	0,828	0,836
Block coeff. (Cb)	0,717	0,754	0,783	0,800	0,811	0,817	0,791	0,808	0,818
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,950	0,962	0,970	0,975	0,979	0,981	0,984	0,985	0,986
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,850	0,860	0,874	0,881	0,886	0,891	0,870	0,893	0,904
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100,033	100,469	100,574	100,531	100,407	100,211	99,913	99,502	99,100
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	101,511	101,125	100,642	100,089	99,501	98,546	96,807	95,792	95,243
KB m	1,446	2,106	2,752	3,390	4,022	4,650	5,273	5,891	6,502
KG m	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900
BMt m	30,233	20,656	15,692	12,708	10,717	9,303	8,262	7,468	6,825
BML m	914,474	631,986	485,657	397,074	337,043	297,815	277,962	257,701	238,511
GMt m	18,788	9,871	5,554	3,208	1,849	1,062	0,643	0,465	0,433
GML m	903,029	621,201	475,519	387,574	328,175	289,573	270,343	250,699	232,120
KMt m	31,679	22,761	18,444	16,098	14,740	13,953	13,535	13,358	13,327
KML m	915,918	634,090	488,407	400,463	341,064	302,464	283,234	263,591	245,013
Immersion (TPc) tonne/cm	53,278	54,315	54,922	55,439	55,877	56,499	57,669	58,528	59,151
MTc tonne.m	625,028	650,561	666,855	681,157	693,304	714,585	763,132	796,708	820,092
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	4393,776	3492,828	2631,735	1904,965	1319,921	885,339	613,677	499,707	517,025
Max deck inclination deg	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480
Trim angle (+ve by stern) deg	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480	0,1480



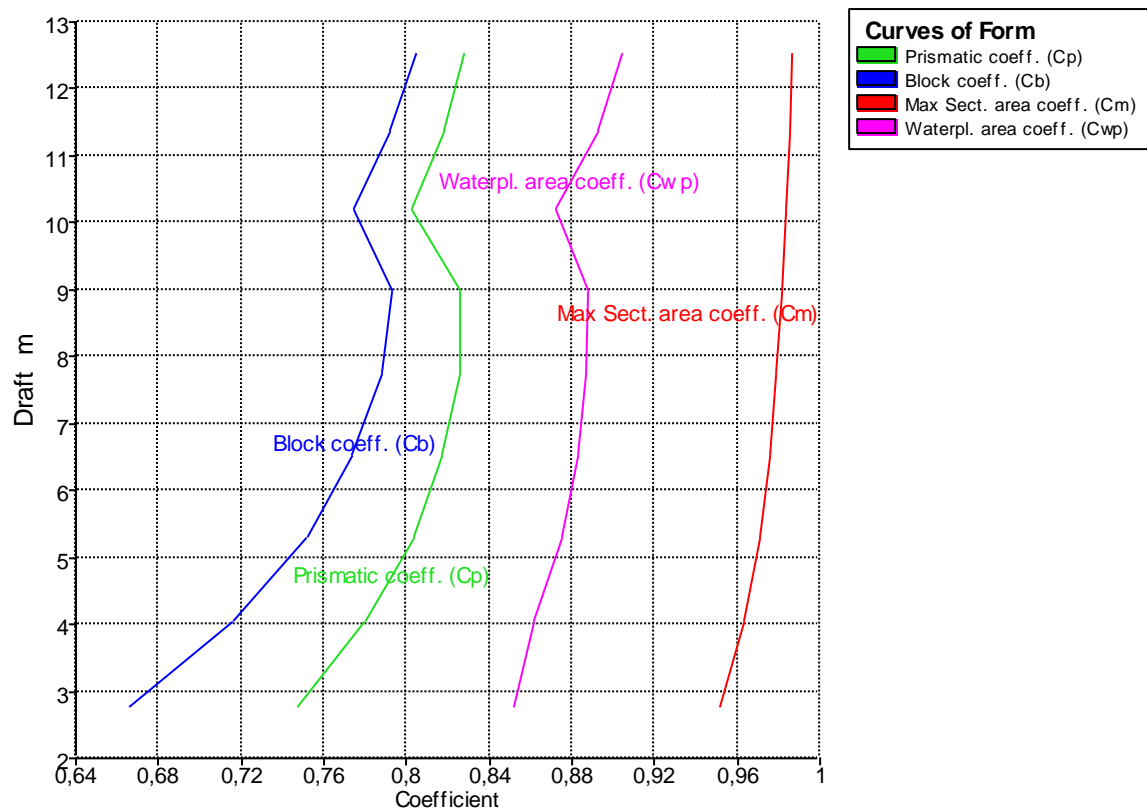
### **Para trimado 1 m:**

Fixed Trim = 1 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

<b>Draft Amidships m</b>	<b>2,774</b>	<b>4,049</b>	<b>5,307</b>	<b>6,551</b>	<b>7,784</b>	<b>9,005</b>	<b>10,207</b>	<b>11,387</b>	<b>12,553</b>
Displacement t	13400	20275	27150	34025	40900	47775	54650	61525	68400
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	2,274	3,549	4,807	6,051	7,284	8,505	9,707	10,887	12,053
Draft at AP m	3,274	4,549	5,807	7,051	8,284	9,505	10,707	11,887	13,053
Draft at LCF m	2,751	4,028	5,287	6,534	7,770	8,997	10,208	11,393	12,562
Trim (+ve by stern) m	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
WL Length m	190,581	191,071	190,370	190,565	191,141	193,299	200,898	198,965	198,339
Beam max extents on WL m	32,042	32,197	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200
Wetted Area m <sup>2</sup>	5674,334	6189,999	6685,123	7167,987	7648,803	8165,505	8706,908	9214,714	9705,301
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5199,719	5303,227	5364,118	5415,051	5458,184	5523,179	5644,013	5718,547	5776,466
Prismatic coeff. (Cp)	0,747	0,780	0,804	0,817	0,826	0,825	0,802	0,818	0,828
Block coeff. (Cb)	0,666	0,716	0,752	0,774	0,788	0,793	0,774	0,792	0,804
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,952	0,963	0,971	0,975	0,979	0,982	0,984	0,985	0,987
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,851	0,862	0,875	0,882	0,887	0,887	0,872	0,893	0,904
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	97,671	98,835	99,318	99,504	99,535	99,439	99,192	98,836	98,484
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	101,217	100,969	100,508	99,975	99,404	98,374	96,489	95,603	95,093
KB m	1,455	2,112	2,757	3,394	4,026	4,653	5,276	5,893	6,505
KG m	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900
BMt m	30,243	20,679	15,714	12,727	10,734	9,318	8,278	7,479	6,834
BML m	915,337	633,282	487,147	398,397	338,244	299,672	280,829	258,821	239,147
GMt m	18,804	9,901	5,584	3,236	1,874	1,085	0,666	0,483	0,447
GML m	903,897	622,505	477,016	388,905	329,384	291,438	273,217	251,825	232,761
KMt m	31,699	22,790	18,471	16,121	14,760	13,971	13,554	13,372	13,338
KML m	916,780	635,386	489,897	401,786	342,265	304,321	286,101	264,711	245,649
Immersion (TPc) tonne/cm	53,297	54,358	54,982	55,504	55,946	56,613	57,851	58,615	59,209
MTc tonne.m	625,629	651,927	668,954	683,498	695,857	719,188	771,246	800,287	822,357
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	4397,430	3503,552	2645,889	1921,406	1337,803	904,682	635,421	518,634	533,691
Max deck inclination deg	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959
Trim angle (+ve by stern) deg	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959	0,2959



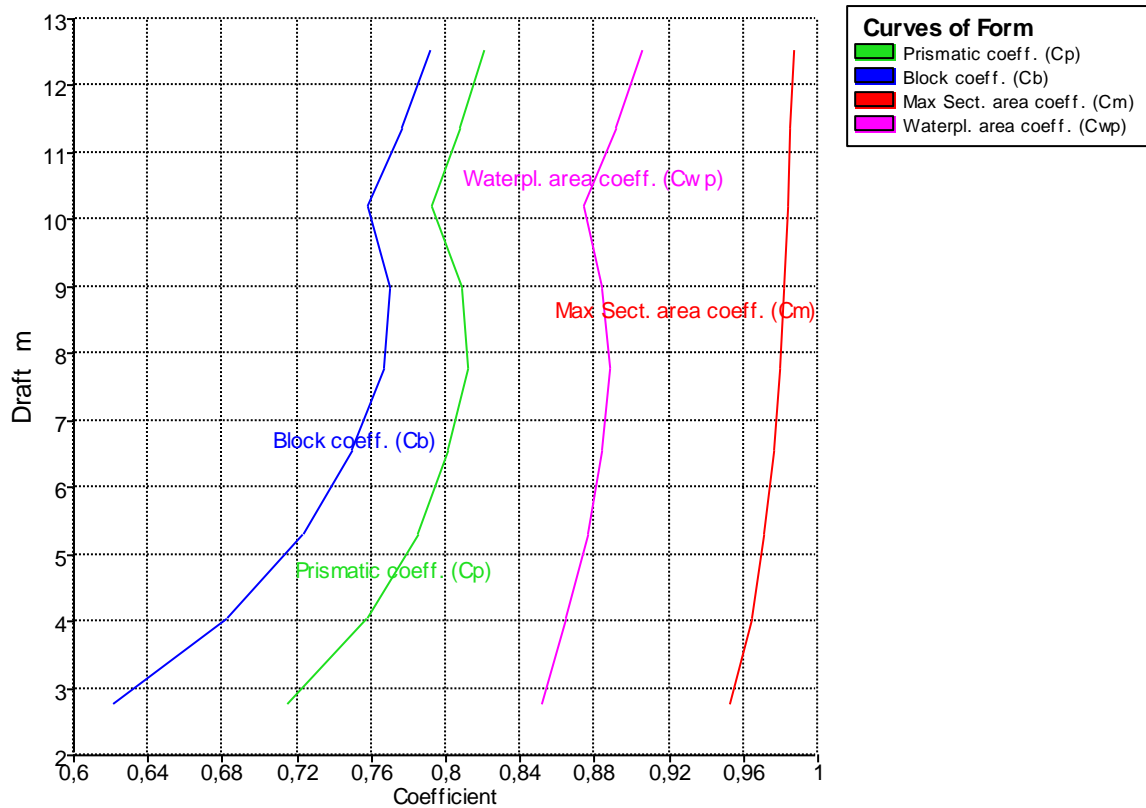
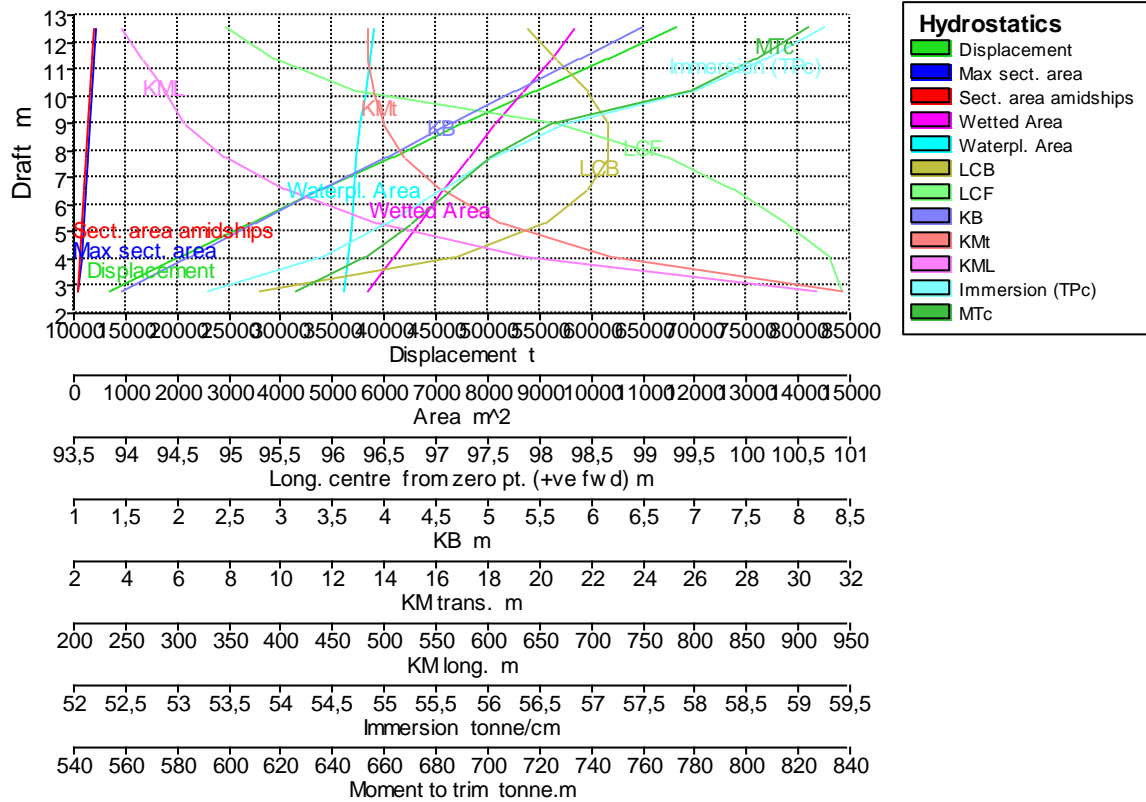


### **Para trimado 1,5 m:**

Fixed Trim = 1,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

<b>Draft Amidships m</b>	<b>2,785</b>	<b>4,060</b>	<b>5,316</b>	<b>6,559</b>	<b>7,790</b>	<b>9,009</b>	<b>10,205</b>	<b>11,383</b>	<b>12,549</b>
Displacement t	13400	20275	27150	34025	40900	47775	54650	61525	68400
Heel deg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Draft at FP m	2,035	3,310	4,566	5,809	7,040	8,259	9,455	10,633	11,799
Draft at AP m	3,535	4,810	6,066	7,309	8,540	9,759	10,955	12,133	13,299
Draft at LCF m	2,753	4,029	5,288	6,535	7,772	8,998	10,210	11,394	12,563
Trim (+ve by stern) m	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
WL Length m	190,377	190,639	190,299	190,573	191,320	194,596	201,010	199,506	198,350
Beam max extents on WL m	32,056	32,190	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200	32,200
Wetted Area m <sup>2</sup>	5676,362	6193,607	6685,883	7167,892	7653,815	8159,611	8716,526	9221,327	9710,580
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5199,794	5306,576	5369,859	5421,267	5470,057	5538,192	5658,696	5726,564	5781,895
Prismatic coeff. (Cp)	0,715	0,758	0,785	0,802	0,812	0,809	0,793	0,807	0,820
Block coeff. (Cb)	0,622	0,683	0,723	0,749	0,767	0,769	0,758	0,776	0,791
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,953	0,964	0,971	0,976	0,979	0,982	0,984	0,985	0,987
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,852	0,865	0,876	0,883	0,888	0,884	0,874	0,891	0,905
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	95,307	97,199	98,058	98,473	98,659	98,663	98,463	98,166	97,865
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	100,918	100,804	100,373	99,860	99,220	98,139	96,229	95,425	94,946
KB m	1,471	2,122	2,765	3,401	4,031	4,658	5,280	5,898	6,509
KG m	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900	12,900
BMT m	30,235	20,697	15,736	12,747	10,751	9,335	8,294	7,491	6,842
BML m	915,450	634,319	488,590	399,682	340,567	302,295	283,135	259,861	239,759
GMt m	18,795	9,923	5,611	3,261	1,898	1,107	0,687	0,499	0,459
GML m	904,010	623,545	478,465	390,196	331,714	294,068	275,529	252,870	233,376
KMt m	31,705	22,819	18,500	16,147	14,783	13,992	13,574	13,388	13,351
KML m	916,894	636,423	491,340	403,071	344,589	306,944	288,407	265,751	246,260
Immersion (TPc) tonne/cm	53,298	54,392	55,041	55,568	56,068	56,766	58,002	58,697	59,264
MTc tonne.m	625,712	653,016	670,987	685,765	700,779	725,677	777,771	803,605	824,529
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	4395,443	3511,180	2658,569	1936,146	1354,450	923,102	655,633	535,904	548,184
Max deck inclination deg	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439
Trim angle (+ve by stern) deg	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439	0,4439



# **ANEXO V**

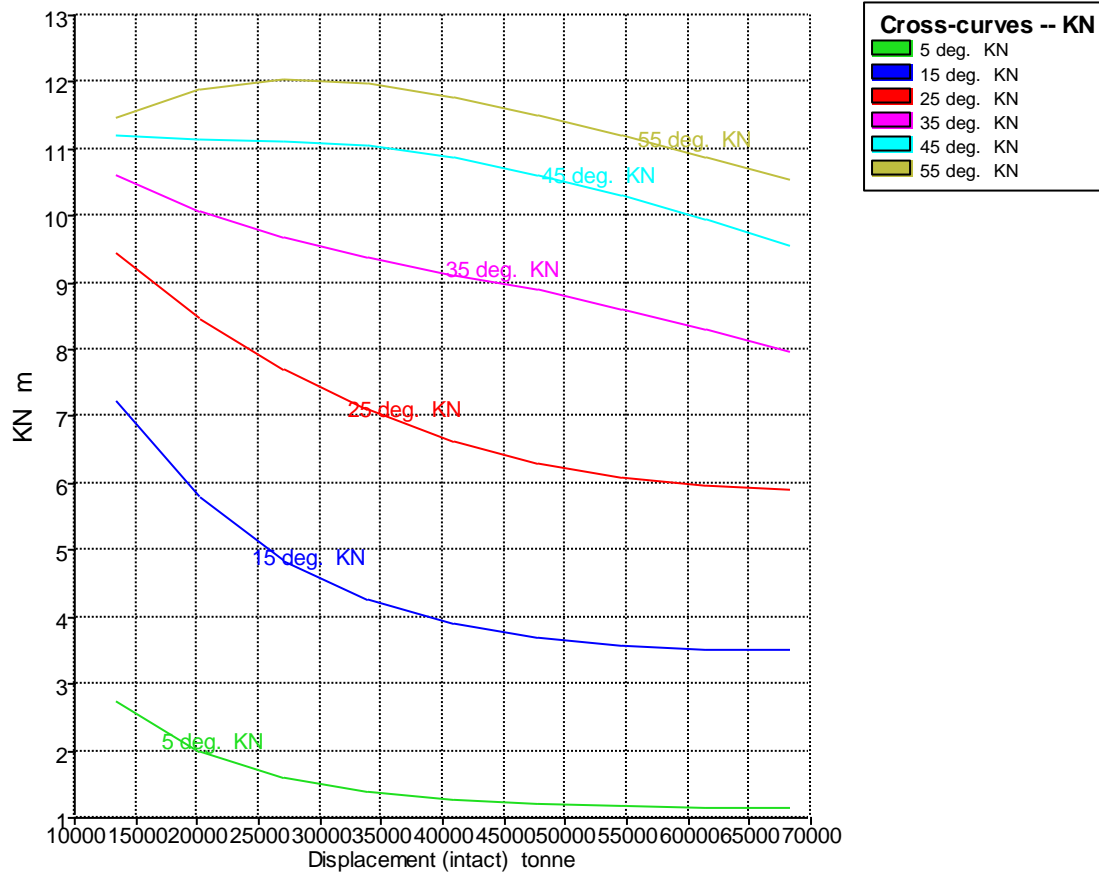
## **Tablas de Curvas KN**

### Para trimado -1,5 m:

Fixed Trim = -1,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



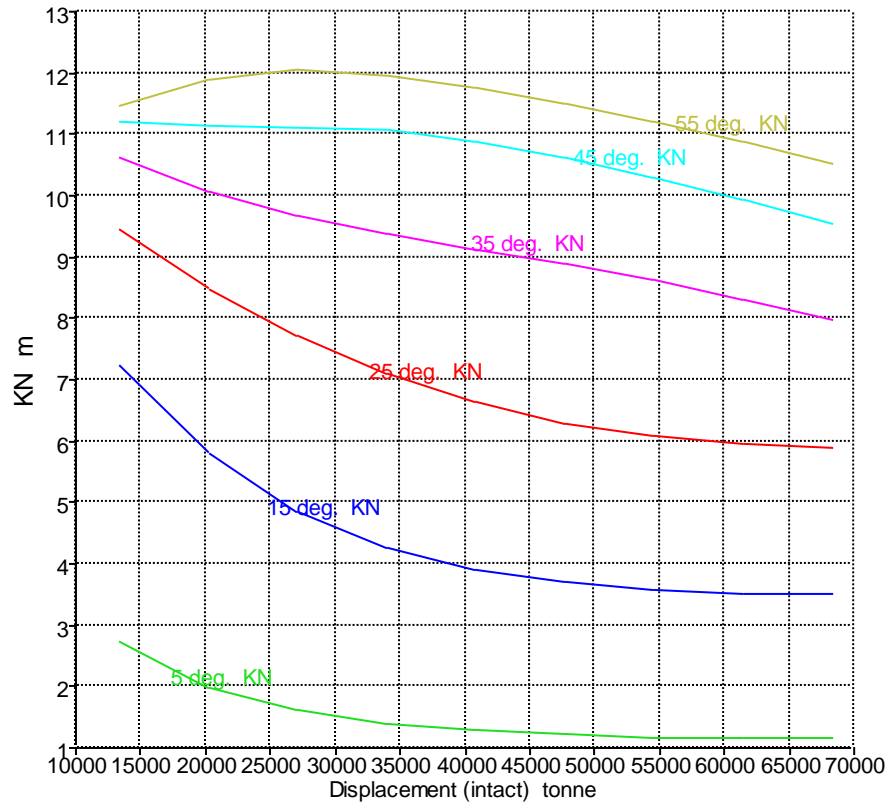
Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	KN 5,0 deg. Starb.	KN 15,0 deg. Starb.	KN 25,0 deg. Starb.	KN 35,0 deg. Starb.	KN 45,0 deg. Starb.	KN 55,0 deg. Starb.
13400	2,707	-1,500 (fixed)	109,420	2,731	7,212	9,431	10,607	11,210	11,472
20275	3,991	-1,500 (fixed)	106,975	1,976	5,794	8,457	10,075	11,147	11,893
27150	5,254	-1,500 (fixed)	105,581	1,605	4,845	7,708	9,677	11,102	12,057
34025	6,506	-1,500 (fixed)	104,631	1,401	4,257	7,104	9,366	11,053	11,969
40900	7,747	-1,500 (fixed)	103,896	1,283	3,900	6,630	9,111	10,880	11,769
47775	8,979	-1,500 (fixed)	103,286	1,215	3,688	6,292	8,887	10,618	11,511
54650	10,197	-1,500 (fixed)	102,738	1,179	3,570	6,078	8,615	10,304	11,213
61525	11,395	-1,500 (fixed)	102,182	1,163	3,514	5,961	8,300	9,947	10,883
68400	12,570	-1,500 (fixed)	101,600	1,161	3,500	5,897	7,977	9,555	10,531

### Para trimado -1 m:

Fixed Trim = -1 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



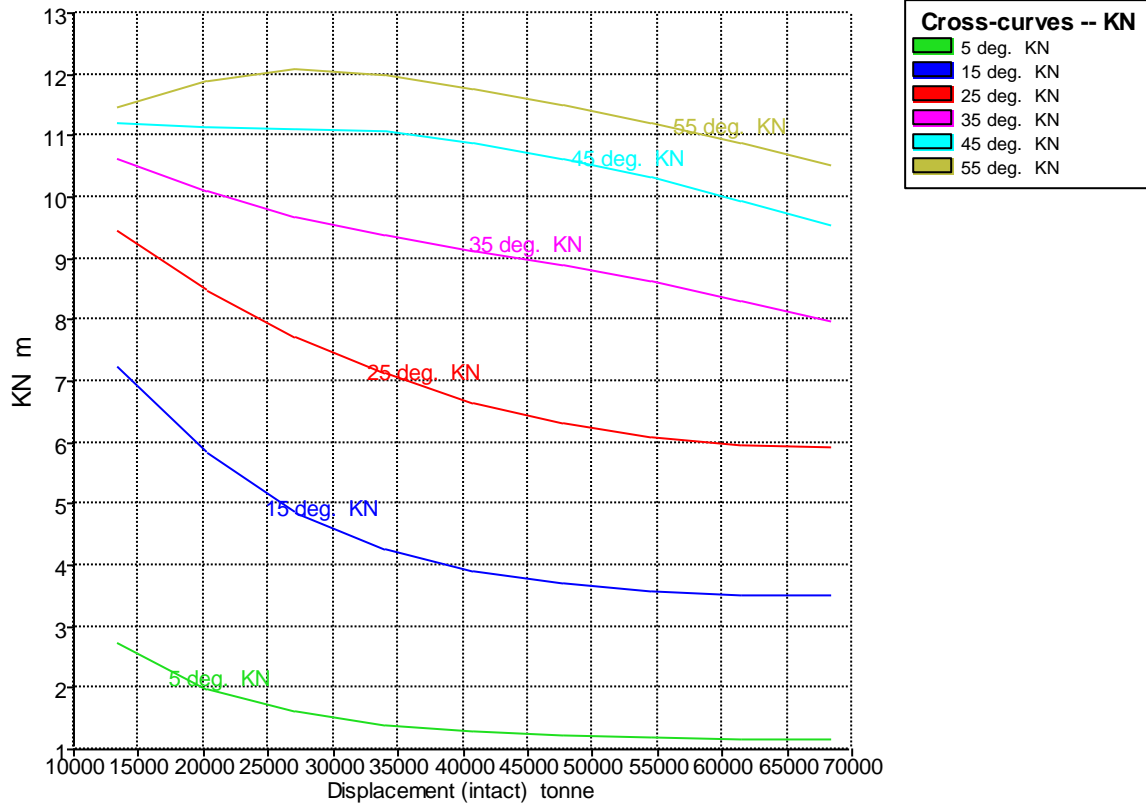
Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	KN 5,0 deg. Starb.	KN 15,0 deg. Starb.	KN 25,0 deg. Starb.	KN 35,0 deg. Starb.	KN 45,0 deg. Starb.	KN 55,0 deg. Starb.
13400	2,722	-1,000 (fixed)	107,088	2,736	7,228	9,439	10,615	11,215	11,475
20275	4,003	-1,000 (fixed)	105,355	1,979	5,803	8,465	10,080	11,152	11,900
27150	5,265	-1,000 (fixed)	104,333	1,607	4,850	7,716	9,683	11,106	12,065
34025	6,515	-1,000 (fixed)	103,610	1,403	4,261	7,111	9,373	11,062	11,972
40900	7,755	-1,000 (fixed)	103,026	1,284	3,903	6,636	9,118	10,888	11,772
47775	8,985	-1,000 (fixed)	102,523	1,216	3,690	6,297	8,897	10,623	11,514
54650	10,201	-1,000 (fixed)	102,042	1,179	3,572	6,083	8,625	10,308	11,213
61525	11,394	-1,000 (fixed)	101,514	1,164	3,516	5,965	8,308	9,949	10,882
68400	12,568	-1,000 (fixed)	100,974	1,161	3,502	5,904	7,980	9,555	10,530

### Para trimado -0,5 m:

Fixed Trim = -0,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



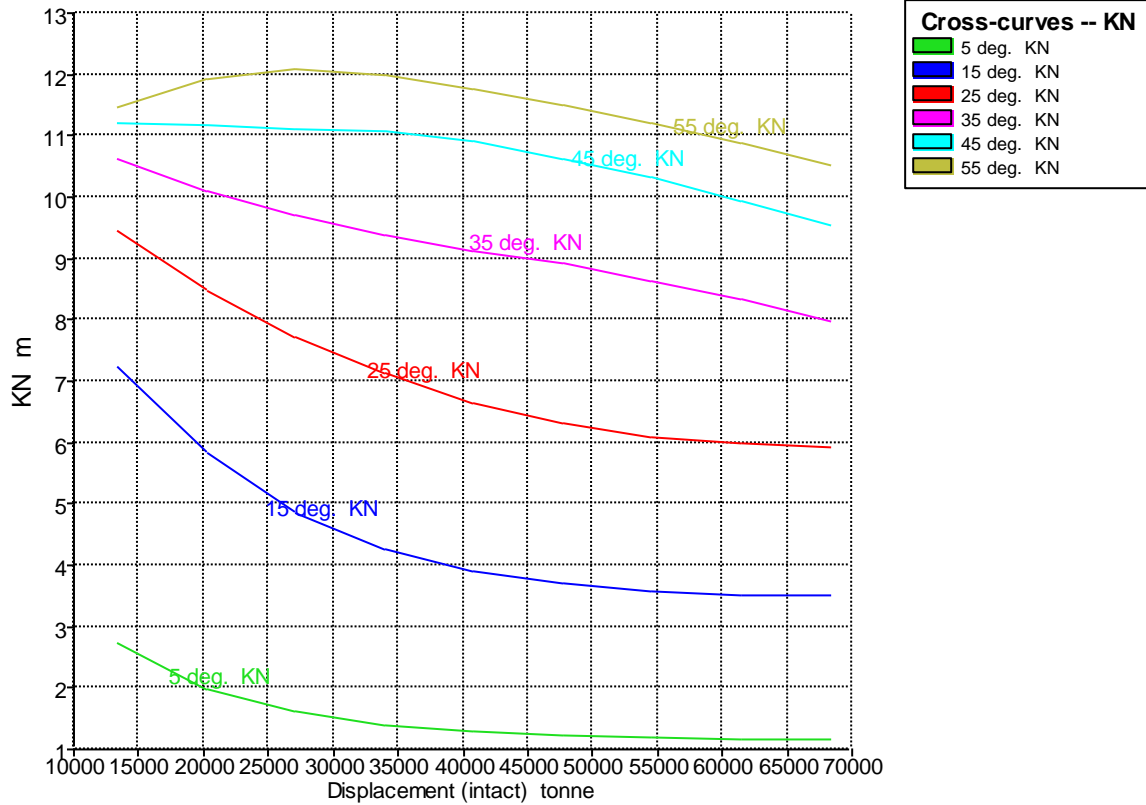
Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	KN 5,0 deg. Starb.	KN 15,0 deg. Starb.	KN 25,0 deg. Starb.	KN 35,0 deg. Starb.	KN 45,0 deg. Starb.	KN 55,0 deg. Starb.
13400	2,736	-0,500 (fixed)	104,744	2,740	7,238	9,444	10,619	11,219	11,478
20275	4,015	-0,500 (fixed)	103,729	1,981	5,810	8,471	10,084	11,155	11,907
27150	5,276	-0,500 (fixed)	103,082	1,608	4,855	7,722	9,689	11,111	12,071
34025	6,525	-0,500 (fixed)	102,584	1,404	4,265	7,118	9,379	11,070	11,974
40900	7,763	-0,500 (fixed)	102,153	1,285	3,906	6,643	9,125	10,896	11,773
47775	8,991	-0,500 (fixed)	101,753	1,217	3,693	6,303	8,907	10,629	11,515
54650	10,204	-0,500 (fixed)	101,339	1,180	3,575	6,088	8,635	10,311	11,213
61525	11,393	-0,500 (fixed)	100,842	1,165	3,519	5,970	8,315	9,950	10,881
68400	12,565	-0,500 (fixed)	100,346	1,162	3,504	5,910	7,984	9,555	10,528

### Para trimado 0 m:

Fixed Trim = 0 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	KN 5,0 deg. Starb.	KN 15,0 deg. Starb.	KN 25,0 deg. Starb.	KN 35,0 deg. Starb.	KN 45,0 deg. Starb.	KN 55,0 deg. Starb.
13400	2,750	0,000 (fixed)	102,390	2,743	7,243	9,445	10,621	11,223	11,483
20275	4,027	0,000 (fixed)	102,098	1,983	5,815	8,475	10,087	11,158	11,914
27150	5,287	0,000 (fixed)	101,826	1,610	4,861	7,728	9,694	11,115	12,075
34025	6,534	0,000 (fixed)	101,555	1,405	4,270	7,125	9,386	11,077	11,975
40900	7,770	0,000 (fixed)	101,277	1,287	3,910	6,650	9,132	10,902	11,774
47775	8,996	0,000 (fixed)	100,978	1,218	3,697	6,311	8,916	10,633	11,515
54650	10,206	0,000 (fixed)	100,626	1,181	3,579	6,095	8,644	10,313	11,212
61525	11,392	0,000 (fixed)	100,166	1,166	3,522	5,976	8,322	9,950	10,879
68400	12,561	0,000 (fixed)	99,716	1,163	3,506	5,916	7,987	9,553	10,525

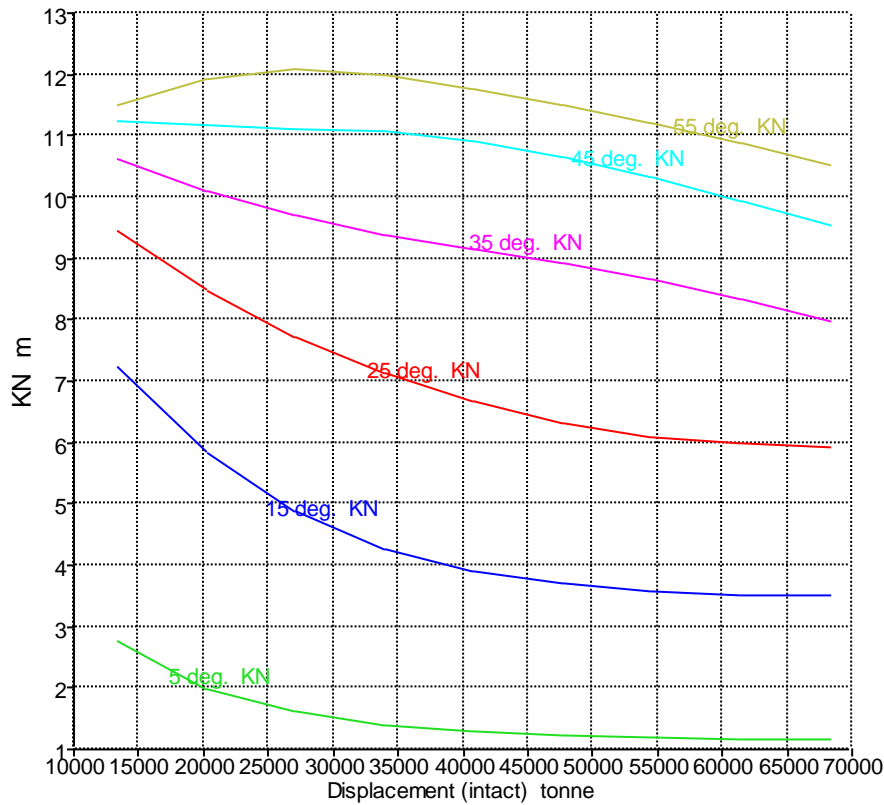


### Para trimado 0,5 m:

Fixed Trim = 0,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



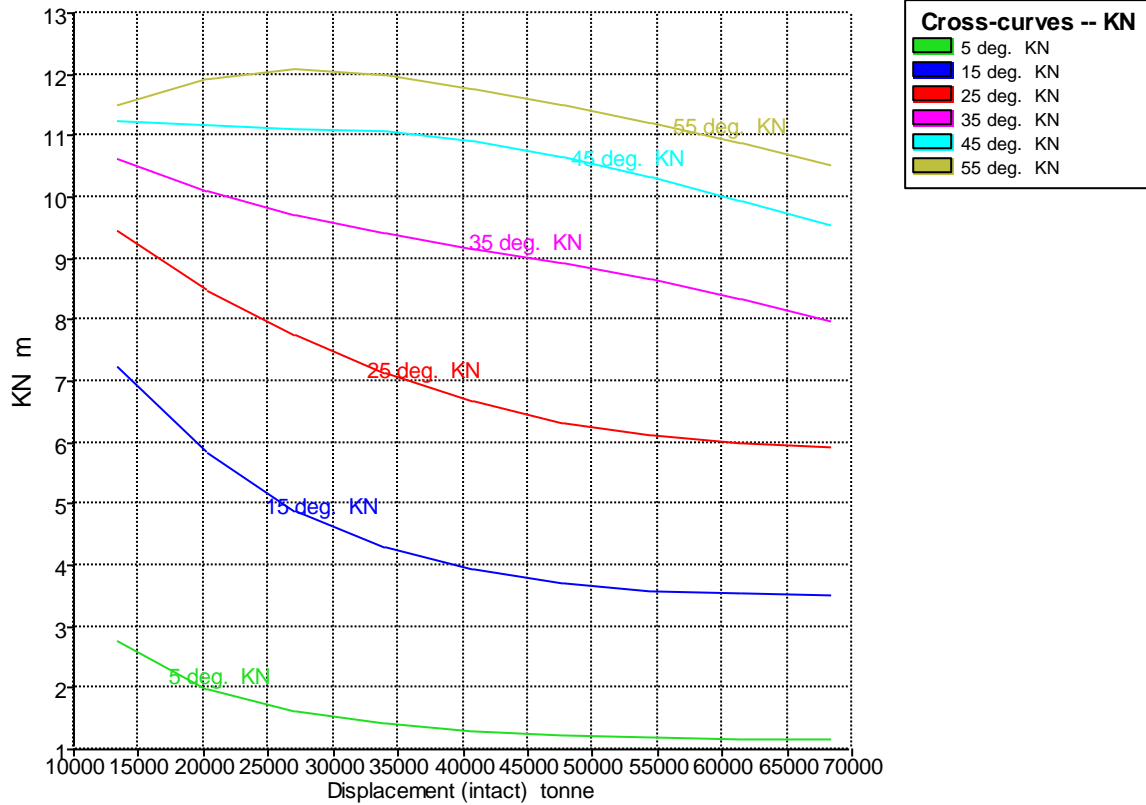
Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	KN 5,0 deg. Starb.	KN 15,0 deg. Starb.	KN 25,0 deg. Starb.	KN 35,0 deg. Starb.	KN 45,0 deg. Starb.	KN 55,0 deg. Starb.
13400	2,762	0,500 (fixed)	100,029	2,745	7,241	9,442	10,619	11,225	11,489
20275	4,039	0,500 (fixed)	100,463	1,986	5,818	8,478	10,089	11,160	11,920
27150	5,297	0,500 (fixed)	100,567	1,612	4,867	7,733	9,699	11,120	12,078
34025	6,542	0,500 (fixed)	100,522	1,407	4,275	7,131	9,393	11,083	11,976
40900	7,777	0,500 (fixed)	100,397	1,288	3,915	6,658	9,140	10,908	11,774
47775	9,000	0,500 (fixed)	100,199	1,219	3,702	6,319	8,924	10,638	11,514
54650	10,207	0,500 (fixed)	99,900	1,183	3,583	6,103	8,651	10,314	11,210
61525	11,389	0,500 (fixed)	99,487	1,167	3,526	5,983	8,328	9,948	10,877
68400	12,557	0,500 (fixed)	99,084	1,164	3,509	5,921	7,989	9,551	10,522

### Para trimado 1 m:

Fixed Trim = 1 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



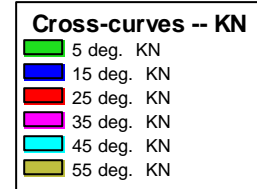
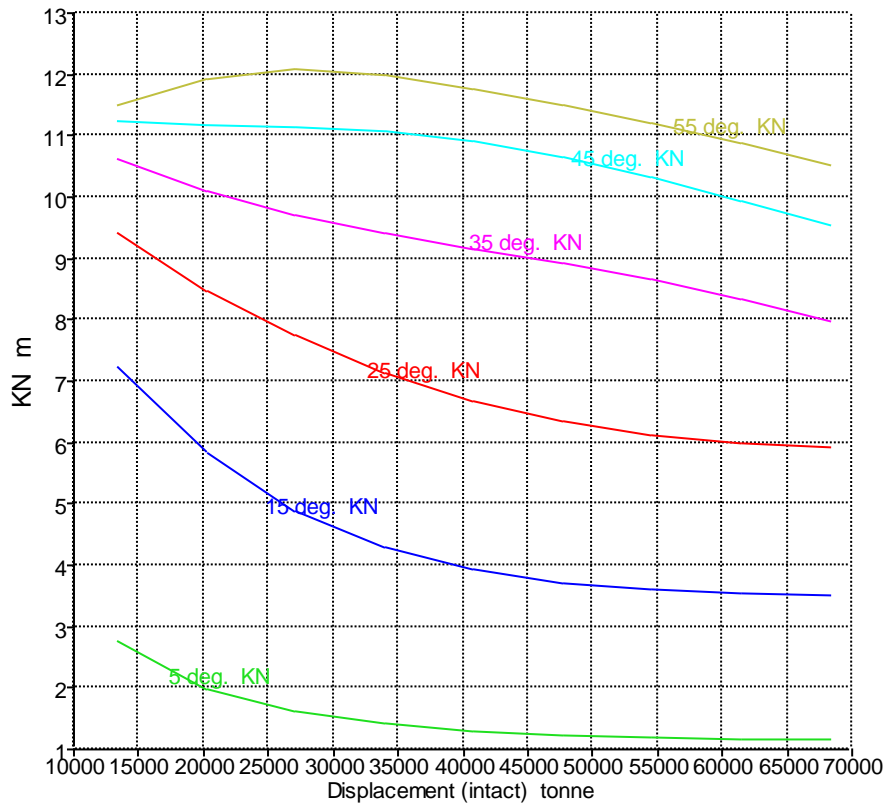
Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	KN 5,0 deg. Starb.	KN 15,0 deg. Starb.	KN 25,0 deg. Starb.	KN 35,0 deg. Starb.	KN 45,0 deg. Starb.	KN 55,0 deg. Starb.
13400	2,774	1,000 (fixed)	97,663	2,746	7,233	9,436	10,614	11,227	11,496
20275	4,049	1,000 (fixed)	98,824	1,988	5,820	8,478	10,090	11,162	11,926
27150	5,307	1,000 (fixed)	99,304	1,615	4,872	7,737	9,704	11,125	12,080
34025	6,551	1,000 (fixed)	99,486	1,409	4,281	7,137	9,399	11,087	11,977
40900	7,784	1,000 (fixed)	99,514	1,290	3,921	6,666	9,148	10,912	11,774
47775	9,005	1,000 (fixed)	99,415	1,221	3,707	6,328	8,931	10,641	11,513
54650	10,206	1,000 (fixed)	99,164	1,184	3,588	6,111	8,658	10,313	11,208
61525	11,386	1,000 (fixed)	98,805	1,168	3,529	5,990	8,333	9,946	10,874
68400	12,553	1,000 (fixed)	98,450	1,165	3,512	5,926	7,990	9,548	10,518

### Para trimado 1,5 m:

Fixed Trim = 1,5 m (+ve by stern)

Specific gravity = 1,025; (Density = 1,025 tonne/m<sup>3</sup>)

VCG = 0 m; TCG = 0 m



Displacement (intact) tonne	Draft Amidships m	Trim (+ve by stern) m	LCG m	KN 5,0 deg. Starb.	KN 15,0 deg. Starb.	KN 25,0 deg. Starb.	KN 35,0 deg. Starb.	KN 45,0 deg. Starb.	KN 55,0 deg. Starb.
13400	2,785	1,500 (fixed)	95,296	2,746	7,219	9,426	10,607	11,227	11,503
20275	4,060	1,500 (fixed)	97,182	1,991	5,819	8,477	10,089	11,163	11,931
27150	5,316	1,500 (fixed)	98,036	1,617	4,878	7,740	9,708	11,130	12,080
34025	6,559	1,500 (fixed)	98,447	1,411	4,288	7,143	9,406	11,091	11,976
40900	7,790	1,500 (fixed)	98,628	1,292	3,927	6,674	9,157	10,916	11,773
47775	9,009	1,500 (fixed)	98,627	1,223	3,713	6,338	8,937	10,644	11,511
54650	10,205	1,500 (fixed)	98,422	1,186	3,593	6,121	8,664	10,312	11,204
61525	11,383	1,500 (fixed)	98,120	1,169	3,534	5,999	8,337	9,943	10,870
68400	12,549	1,500 (fixed)	97,815	1,166	3,516	5,929	7,991	9,544	10,514

---

## CUADERNO 5 –SITUACIONES DE CARGA

---



# Petrolero de Productos 55000 TPM

LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

Proyecto nº 14-102

TUTOR: RAÚL VILLA CARO

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1. RPA .....	4
2. Introducción. ....	5
3. Pesos y centros de gravedad.....	6
3.1. Peso en rosca. ....	6
3.2. Peso muerto.....	6
3.2.1. Desglose de los tanques de consumo. ....	6
3.2.2. Carga útil. ....	7
3.2.3. Otros elementos.....	7
4. Criterios de estabilidad. ....	9
4.1. Criterios de estabilidad del buque intacto. ....	9
4.2. Criterios generales recomendados. ....	9
4.3. Criterio de viento y balance intensos.....	9
4.4. Criterios de calados mínimos y asiento máximo.....	12
4.5. Corrección por superficies libres.....	12
5. Análisis de estabilidad intacta para cada condición de carga.....	15
5.1. Salida a plena carga.....	16
5.1.1. Descripción.....	16
5.1.2. Tabla de pesos y centros de gravedad. ....	16
5.1.3. Resultados y gráficas.....	17
5.1.4. Tabla resumen de los criterios. ....	19
5.1.5. Conclusiones. ....	19
5.2. Llegada a plena carga. ....	19
5.2.1. Descripción.....	19
5.2.2. Tabla de pesos y centros de gravedad. ....	20
5.2.3. Resultados y gráficas.....	21
5.2.4. Tabla resumen de los criterios. ....	23
5.2.5. Conclusiones. ....	23
5.3. Salida en lastre. ....	23
5.3.1. Descripción.....	23
5.3.2. Tabla de pesos y centros de gravedad. ....	23
5.3.3. Resultados y gráficas.....	25
5.3.4. Tabla resumen de los criterios. ....	26
5.3.5. Conclusiones. ....	26

5.4. Llegada en lastre. ....	27
5.4.1. Descripción. ....	27
5.4.2. Tabla de pesos y centros de gravedad. ....	27
5.4.3. Resultados y gráficas. ....	28
5.4.4. Tabla resumen de los criterios. ....	30
5.4.5. Conclusiones. ....	30
5.5. Lastre MARPOL. ....	30
5.5.1. Descripción. ....	30
5.5.2. Tabla de pesos y centros de gravedad. ....	30
5.5.3. Resultados y gráficas. ....	32
5.5.4. Tabla resumen de los criterios. ....	33
5.5.5. Conclusiones. ....	33
5.6. Condición de Estabilidad. Buque al calado de francobordo. ....	34
5.6.1. Descripción. ....	34
5.6.2. Tabla de pesos y centros de gravedad. ....	34
5.6.3. Resultados y gráficas. ....	35
5.6.4. Tabla resumen de los criterios. ....	37
5.6.5. Conclusiones. ....	37
5.7. Tabla resumen final:.....	37
6. Curva de KG máximos. ....	38
7. Análisis de estabilidad después de averías. ....	39
7.1. Método determinístico. ....	39
7.1.1. MARPOL Regla 25/3. Requisitos a cumplir.....	39
7.1.2. Tipos de averías según la Regla 25 de MARPOL.....	41
7.1.3. Permeabilidades de los espacios inundados.....	42
7.1.4. Tanques afectados en cada avería. ....	43
7.1.5. Resultados del método determinístico. ....	48
7.2. Método probabilístico.....	63
7.2.1 Criterios de estabilidad en averías. ....	63
7.2.3. Condiciones de carga para averías.....	64
7.2.4. Permeabilidades de los espacios inundados.....	64
7.2.5. Zonas en las que se divide el buque, para el método probabilístico. ....	65
7.2.6. Resultados del método probabilístico. ....	65
9. BIBLIOGRAFÍA.....	73

## 1. RPA



### GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL

#### TRABAJO FIN DE GRADO

*CURSO 2.013-2014*

#### **PROYECTO NÚMERO 14-102**

**TIPO DE BUQUE:** PETROLERO DE PRODUCTOS

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DET NORSKE VERITAS. SOLAS. MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 55.000 T.P.M. Derivados del petróleo con densidad máxima 0,86 g/ml.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15 nudos en condiciones de servicio. 85 % MCR+ 15% de margen de mar. 9.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Bombas de carga y descarga en los tanques de carga. Calefacción en tanques de carga.

**PROPULSIÓN:** Motor diésel directamente acoplado

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 20 Personas en camarotes individuales.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, Setiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

## 2. INTRODUCCIÓN.

El objetivo de este cuaderno, en primer lugar es definir las condiciones de carga básicas con el fin de comprobar que el buque cumple con una serie de criterios de estabilidad.

Al mismo tiempo se tratará de verificar que el buque cumple con los calados mínimos, así como con el trimado máximo permitido.

Y por último, estudiaremos la estabilidad en averías.

Los datos de partida de que se dispone para la realización de este cuaderno son los que se han venido determinado hasta ahora y que se resumen a continuación:

DWT (t)	55000
$\Delta$ (t)	70413
LOA (m)	203
Lpp (m)	193,60
L (m)	194,30
Lwl	198,40
B (m)	32,20
D (m)	19,40
T <sub>escantillonado</sub> (m)	12,90
T <sub>verano</sub> (m)	14,40
Cb	0,834
Vel (knots)	15
XG (m)	95,30
CM	0,989
CP	0,843
Cwl	0,905
Sup. Mojada(m <sup>2</sup> )	10011,20
BHP (kW)	10185
RPM	127



### 3. PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD.

Para realizar los cálculos de estabilidad se necesitan conocer previamente los pesos principales que afectan al buque, y el centro de gravedad de cada uno. A continuación se muestran cada uno de ellos:

#### 3.1. Peso en rosca.

El valor del peso en rosca se tomará el que se ha calculado en el cuaderno 2, "Peso en Rosca y su centro de gravedad".

Al valor del peso en rosca y el centro de gravedad, se le aplicará un margen de seguridad como se ha hecho anteriormente en el cuaderno correspondiente.

CONCEPTO	PESO (t)	XG (m)	KG (m)	YG (m)
Valor sin margen	12761,92	87,90	11,01	0
5% margen	638,10	4,40	0,55	0
<b>TOTAL</b>	<b>13400,00</b>	<b>92,30</b>	<b>11,60</b>	<b>0</b>

#### 3.2. Peso muerto.

##### 3.2.1. Desglose de los tanques de consumo.

Para cada condición de carga, el porcentaje de consumos cambia. Por eso se ha confeccionado esta tabla, donde se especifica cada partida por separado. Así a la hora de distribuir el porcentaje de peso en cada uno de los tanques será más sencillo.

CONSUMOS	V (m <sup>3</sup> )	$\rho$ (t/m <sup>3</sup> )	Peso (t)
F.O.	1370,64	0,944	1294,28
D.O.	322,18	0,840	270,82
A.DULCE	105,10	1,000	105,10
A.LASTRE	20849,99	1,025	21375,30
Aceite	138,74	0,920	127,63

### 3.2.2. Carga útil.

El buque en proyecto está destinado al transporte de productos limpios como pueden ser el queroseno, gasolina, nafta, gasóleo, fuelóleo, etc.

En este caso, como en las RPA se especifica que la densidad máxima de la carga ha de ser 0,86 t/m<sup>3</sup>. Los productos a transportar son los siguientes:

	$\rho$ (t/m <sup>3</sup> )
Queroseno	0,80
Gasolina	0,76
Gasóleo	0,85

De acuerdo a como se han diseñado los tanques, la capacidad total de los tanques de carga es la siguiente:

	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (t)	$\rho$ (t/m <sup>3</sup> )
T. CARGA N°1 ER	4474,10	3400,35	0,760
T. CARGA N°1 BR	4474,10	3400,35	0,760
T. CARGA N°2 ER	5465,35	4153,67	0,760
T. CARGA N°2 BR	5465,35	4153,67	0,760
T. CARGA N°3 ER	5741,93	4880,60	0,850
T. CARGA N°3 BR	5741,93	4880,60	0,850
T. CARGA N°4 ER	5741,93	4880,60	0,850
T. CARGA N°4 BR	5741,93	4880,60	0,850
T. CARGA N°5 ER	5736,47	4589,18	0,800
T. CARGA N°5 BR	5736,47	4589,18	0,800
T. CARGA N°6 ER	5678,50	4542,80	0,800
T. CARGA N°6 BR	5678,50	4542,80	0,800
T. SLOP ER	1104,22	1008,15	0,913
T. SLOP BR	1104,22	1008,15	0,913
TOTAL	67885,00	54910,70	-

Cabe destacar que se han diseñado los tanques con distintas densidades para cumplir con las especificaciones de 55000 toneladas de peso muerto y densidad máxima de 0,86 t/m<sup>3</sup>.

### 3.2.3. Otros elementos.

Además de los pesos considerados hasta ahora hay otros pesos de menor entidad. Se pueden clasificar en consumibles y pesos fijos.

### 3.2.3.1. Consumibles.

Los consumibles se refieren a los víveres que consume la tripulación en el desarrollo de su vida abordo. Se consideran 5 kg al día y por tripulante. Como tenemos una autonomía de 25 días y 20 tripulantes. El peso de los víveres es de 2,5 toneladas. Este peso se supone que irá ubicado en la gambuza del buque.

### 3.2.2.2. Pesos fijos.

Dentro de los pesos fijos se incluyen los tripulantes, respetos y cargos y efectos.

Se consideran entre 100 y 150 kg por persona incluido su equipaje. Tomaremos un valor medio de 130 kg por persona. Por tanto, el peso de los tripulantes será de 2,6 toneladas. El centro de gravedad irá situado en el centro de la habitación.

Los respetos engloban respetos de maquinaria y la hélice y palas de respeto. Este peso se estimará en 150 toneladas. El centro de gravedad se sitúa en el centro de la cámara de máquinas.

Y por último, el peso de cargos y efectos que se estima en unas 100 toneladas, aquí se incluyen estachas, elementos de amarre de la carga, pertrechos, etc. El centro de gravedad irá un poco a proa de la habitación, considerando que la gran mayoría estará en popa, pero habrá más por la cubierta y en proa.

		Peso (t)	XG(m)	KG(m)	YG (m)
Consumibles	Víveres	2,50	24,90	20,90	8,25
Pesos Fijos	Tripulación	2,60	24,00	28,40	0
	Respetos	150,00	19,10	10,70	0
	Cargos y efectos	100,00	40,00	19,40	0

## **4. CRITERIOS DE ESTABILIDAD.**

### **4.1. Criterios de estabilidad del buque intacto.**

Los criterios de estabilidad que se aplican a este tipo de buques son los del Código IS 2008, (Resolución MSC 267 (85)) y la Regla 18 del Anexo I del MARPOL.

### **4.2. Criterios generales recomendados.**

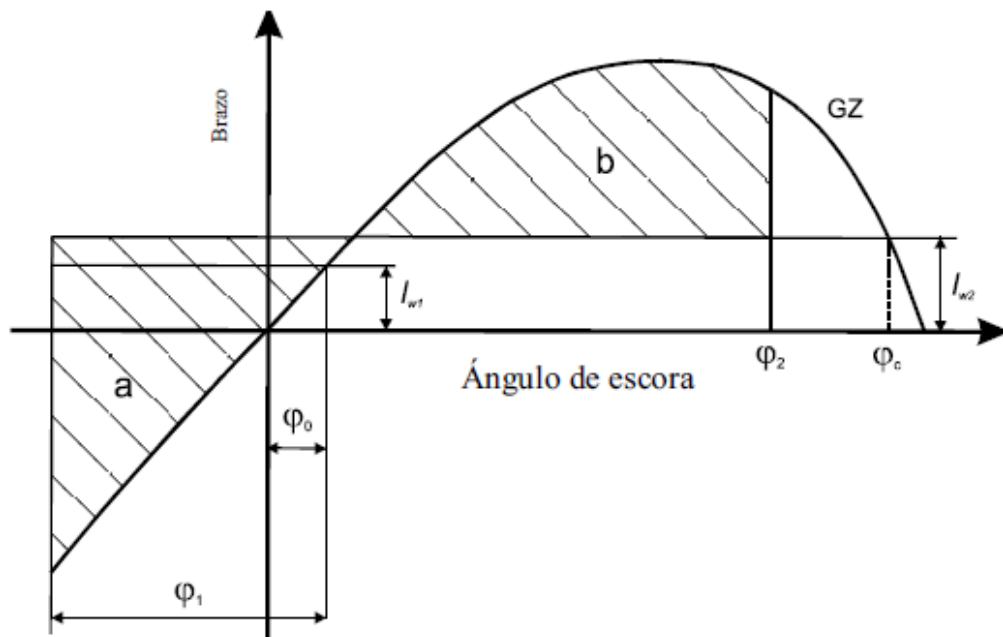
En el apartado 2.2. del Código IS 2008 se establecen los siguientes criterios generales:

- El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) no será inferior a 0,055 m.rad hasta un ángulo de escora de 30°
- El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) no será inferior a 0,09 m.rad hasta un ángulo de escora de 40°, o hasta un ángulo de inundación descendente si éste es inferior a 40°.
- Además, el área bajo la curva de brazos adrizantes entre los ángulos de escora de 30° y 40°, o entre 30° y el ángulo de inundación descendente si este ángulo es inferior a 40°, no será inferior a 0,03 m.rad.
- El brazo adrizante GZ será como mínimo de 0,2 m a un ángulo de escora igual o superior a 30°.
- El brazo adrizante máximo corresponderá a un ángulo de escora no inferior a 25°. Si esto no es posible, podrán aplicarse, a reserva de lo que apruebe la Administración, criterios basados en un nivel de seguridad equivalente.
- La altura metacéntrica inicial GM no será inferior a 0,15 m.

### **4.3. Criterio de viento y balance intensos.**

Además, tendremos en cuenta un criterio meteorológico, habrá que demostrar la aptitud del buque para resistir los efectos combinados del viento de través y el balance, del siguiente modo:

- Se someterá al buque a la presión de un viento constante que actúe perpendicularmente al plano de crujía, lo que dará como resultado el correspondiente brazo escorante ( $l_{w1}$ ).
- Se supondrá que a partir del ángulo de equilibrio resultante ( $\varphi_0$ ), el buque se balancea por la acción de las olas hasta alcanzar un ángulo de balance ( $\varphi_1$ ) a barlovento. El ángulo de escora provocado por un viento constante ( $\varphi_0$ ) no deberá ser superior a  $16^\circ$  o al 80% del ángulo de inmersión del borde de la cubierta, si este ángulo es menor.
- A continuación se someterá al buque a la presión de una ráfaga de viento que dará como resultado el correspondiente brazo escorante ( $l_{w2}$ ).
- En estas circunstancias el área b debe ser igual o superior al área a, como se indica en la siguiente figura:



El cálculo de los brazos escorantes al viento constante y racheado, serán constantes para todos los ángulos de inclinación y se calcularán de la siguiente forma:

$$l_{w1} = \frac{P * A * Z}{1000 * 9,81 * \Delta}$$

$$l_{w2} = 1.5 * l_{w1}$$

Donde:

- $P$  = presión del viento de 504 Pa.
- $A$  = área lateral proyectada de la parte del buque y de la cubertada que quede por encima de la flotación ( $m^2$ )
- $Z$  = distancia vertical desde el centro del área  $A$  hasta el centro del área lateral de la obra viva, o aproximadamente hasta el punto medio del calado medio ( $m$ )
- $\Delta$  = desplazamiento ( $t$ )
- $g$  = aceleración debida a la gravedad de  $9,81 \text{ m/s}^2$

El ángulo de escora provocado por un viento constante ( $\varphi_0$ ), no será mayor de  $16^\circ$  o el 80% del ángulo de inmersión de la cubierta si éste valor es menor.

El ángulo de balance a barlovento debido a la acción de las olas ( $\varphi_1$ ), se obtiene de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\varphi_1 = 109 * k * x_1 * x_2 * \sqrt{r * s}$$

Donde:

- $x_1$  = factor tabulado en función de la manga y el calado.
- $x_2$  = factor tabulado en función de la manga y el calado.
- $k$  = factor tabulado en función del coeficiente de bloque.
- $s$  = factor tabulado en función del período de balance.
- $r = 0,73 + 0,6 * \frac{OG}{d}$ , siendo  $OG$  la distancia entre el centro de gravedad y la flotación, y  $d$  el calado de trazado, ( $m$ )
- Período de balance:  $T = \frac{2 * C * B}{\sqrt{GM}}$ , siendo  $B$  la manga,  $GM$  la altura metacéntrica corregida por superficies libres.
- $C = 0,373 + 0,023 * (B/d) - 0,043 * (Lwl/100)$

El ángulo ( $\varphi_2$ ) será el menor entre el ángulo límite de inundación progresiva y 50°.

#### 4.4. Criterios de calados mínimos y asiento máximo.

Según lo establecido por MARPOL, los calados y trimados del buque, en cualquier situación de carga, deberán ser los siguientes:

- El calado de trazado en el centro del buque, no será inferior a:

$$Tm = 2 + 0,02 * L = 5,886 \text{ m}$$

Donde  $L=194,30$  m; calculado en cuadernillos anteriores.

- Los calados en las perpendiculares de proa y popa corresponderán a los determinados por el calado en el centro del buque, con un asiento apopante no superior a:

$$0,015 * L = 2,915 \text{ m}$$

- En cualquier caso, el calado en la perpendicular de popa no será nunca inferior al necesario para garantizar la inmersión total de la hélice. Puesto que la hélice tiene un diámetro de 6 m, se sumará un 10% a este valor; así tenemos que el calado de popa no debe de ser inferior a 6,1 m.

$$T_{popa} > 6,1 \text{ m}$$

#### 4.5. Corrección por superficies libres.

Es bien conocido lo negativo que resulta para la estabilidad del buque el efecto de la superficie libre de los líquidos contenidos en tanques. A continuación se describe el cálculo del efecto de las superficies libres propuesta por el Código IS 2008, Capítulo 3.

“Maxsurf Stability Interprise” posee una herramienta con la que se pueden corregir automáticamente y además nos permite seleccionar como corregirlas, en nuestro caso, según lo descrito en la Resolución A749 de la OMI, ya que es lo mismo especificado en el Código IS 2008.

En dicho código se enuncia el criterio para seleccionar los tanques que corrigen y son aquellos que presentan un momento por superficie libre que sea mayor que  $0,01 * \Delta_{\text{mín}}$ .

$$M_{SL\ 30} > 0,01 * \Delta_{\text{mín}}$$

Siendo:

$$M_{SL} = v * b * \gamma * K * \sqrt{\delta}$$

Donde:

- $M_{SL}$  = momento por superficies libres a una inclinación de 30 grados
  - $v$  = capacidad del tanque
  - $b$  = manga máxima del tanque
  - $\gamma$  = peso específico del fluido
  - $\delta = v / (b * l * h)$
  - $K$  = coeficiente que será función de la relación  $\frac{b}{h}$
- Para  $\cot 30 \geq b/h$ ;  $k = \frac{\sin \theta}{12} * \left(1 + \frac{\tan^2 \theta}{2}\right) * b/h$
- Para  $\cot 30 \leq b/h$ ;  $k = \frac{\cos \theta}{8} * \left(1 + \frac{\tan \theta}{\frac{b}{h}}\right) - \frac{\cos \theta}{12 * \left(\frac{b}{h}\right)^2} * \left(1 + \frac{\cot^2 \theta}{2}\right)$
- $h$  = altura máxima del tanque
  - $l$  = longitud del tanque

Así pues, los tanques o parejas de tanques que se consuman simultáneamente, con un llenado inferior al 98%, cuyo  $M_{SL}$  (o suma de  $M_{SL}$  si son pareja) a 30° de escora sea superior al 10% del peso en rosca del buque, deberán corregir por superficies libres. Entonces, antes de proceder a los cálculos de estabilidad se determinará que tanques corrigen y cuales no.

A continuación, se presenta una tabla con los  $M_{SL}$  de todos los tanques. En la última columna se indica que tanques deben corregir.



TANQUES	V (m <sup>3</sup> )	b (m)	L (m)	h (m)	Y (t/m <sup>3</sup> )	δ	b/h	K 30°	Msl	Msl/Δmin	¿CORRIGE?
T. LASTRE DC Y DF N°1 ER	1812,50	16,10	24,00	19,40	1,025	0,242	0,830	0,040	593,345	0,089	Corrige
T. LASTRE DC Y DF N°1 BR	1812,50	16,10	24,00	19,40	1,025	0,242	0,830	0,040	593,345		
T. LASTRE DC Y DF N°2 ER	1522,20	16,10	24,00	19,40	1,025	0,203	0,830	0,040	456,665	0,068	Corrige
T. LASTRE DC Y DF N°2 BR	1522,20	16,10	24,00	19,40	1,025	0,203	0,830	0,040	456,665		
T. LASTRE DC Y DF N°3 ER	1519,60	16,10	24,00	19,40	1,025	0,203	0,830	0,040	455,496	0,068	Corrige
T. LASTRE DC Y DF N°3 BR	1519,60	16,10	24,00	19,40	1,025	0,203	0,830	0,040	455,496		
T. LASTRE DC Y DF N°4 ER	1517,40	16,10	24,00	19,40	1,025	0,202	0,830	0,040	454,507	0,068	Corrige
T. LASTRE DC Y DF N°4 BR	1517,40	16,10	24,00	19,40	1,025	0,202	0,830	0,040	454,507		
T. LASTRE DC Y DF N°5 ER	1515,40	16,10	24,00	19,40	1,025	0,202	0,830	0,040	453,608	0,068	Corrige
T. LASTRE DC Y DF N°5 BR	1515,40	16,10	24,00	19,40	1,025	0,202	0,830	0,040	453,608		
T. LASTRE DC Y DF N°6 ER	1481,60	16,10	24,00	19,40	1,025	0,198	0,830	0,040	438,517	0,065	Corrige
T. LASTRE DC Y DF N°6 BR	1481,60	16,10	24,00	19,40	1,025	0,198	0,830	0,040	438,517		
T. LASTRE DC Y DF SLOP ER	434,30	16,10	8,00	19,40	1,025	0,174	0,830	0,040	241,082	0,036	Corrige
T. LASTRE DC Y DF SLOP BR	434,30	16,10	8,00	19,40	1,025	0,174	0,830	0,040	241,082		
PIQUE DE PROA	231,06	16,00	5,40	15,50	1,025	0,173	1,032	0,050	157,966	0,024	Corrige
PIQUE DE POPA	342,25	18,00	12,00	11,80	1,025	0,134	1,525	0,074	343,163	0,051	Corrige
T. AGUA DE LASTRE POPA BR	335,34	10,00	12,00	3,70	1,025	0,755	2,703	0,131	784,918	0,117	Corrige
T. AGUA DE LASTRE POPA ER	335,34	10,00	12,00	3,70	1,025	0,755	2,703	0,131	784,918		
T. CARGA N°1 ER	4474,10	14,10	24,00	17,40	0,760	0,760	0,810	0,039	1646,293	0,246	Corrige
T. CARGA N°1 BR	4474,10	14,10	24,00	17,40	0,760	0,760	0,810	0,039	1646,293		
T. CARGA N°2 ER	5465,35	14,10	24,00	17,40	0,760	0,928	0,810	0,039	2222,673	0,332	Corrige
T. CARGA N°2 BR	5465,35	14,10	24,00	17,40	0,760	0,928	0,810	0,039	2222,673		
T. CARGA N°3 ER	5741,93	14,10	24,00	17,40	0,850	0,975	0,810	0,039	2676,953	0,400	Corrige
T. CARGA N°3 BR	5741,93	14,10	24,00	17,40	0,850	0,975	0,810	0,039	2676,953		
T. CARGA N°4 ER	5741,93	14,10	24,00	17,40	0,850	0,975	0,810	0,039	2676,953	0,400	Corrige
T. CARGA N°4 BR	5741,93	14,10	24,00	17,40	0,850	0,975	0,810	0,039	2676,953		
T. CARGA N°5 ER	5736,47	14,10	24,00	17,40	0,800	0,974	0,810	0,039	2515,892	0,376	Corrige
T. CARGA N°5 BR	5736,47	14,10	24,00	17,40	0,800	0,974	0,810	0,039	2515,892		
T. CARGA N°6 ER	5678,50	14,10	24,00	17,40	0,800	0,964	0,810	0,039	2477,852	0,370	Corrige
T. CARGA N°6 BR	5678,50	14,10	24,00	17,40	0,800	0,964	0,810	0,039	2477,852		
T. SLOP ER	1104,22	9,10	8,00	17,40	0,913	0,872	0,523	0,025	217,763	0,033	Corrige
T. SLOP BR	1104,22	9,10	8,00	17,40	0,913	0,872	0,523	0,025	217,763		
T. ALMACEN 1 FO ER	384,16	5,00	8,00	9,80	0,944	0,980	0,510	0,025	89,067	0,013	Corrige
T. ALMACEN 1 FO BR	384,16	5,00	8,00	9,80	0,944	0,980	0,510	0,025	89,067		
T. ALMACEN FO 2 BR	236,94	16,10	4,20	3,70	0,944	0,947	4,351	0,212	1483,013	0,221	Corrige
T. ALMACEN FO 2 ER	236,94	16,10	4,20	3,70	0,944	0,947	4,351	0,212	1483,013		
T. SEDIMENTACIÓN FO BR	32,11	2,00	4,20	3,90	0,944	0,980	0,513	0,025	2,992	0,000	No Corrige
T. SEDIMENTACIÓN FO ER	32,11	2,00	4,20	3,90	0,944	0,980	0,513	0,025	2,992		
T. UD FO BR	32,11	2,00	4,20	3,90	0,944	0,980	0,513	0,025	2,992	0,000	No Corrige
T. UD FO ER	32,11	2,00	4,20	3,90	0,944	0,980	0,513	0,025	2,992		
T. ALMACÉN DO ER	145,04	5,00	8,00	3,70	0,840	0,980	1,351	0,066	79,229	0,012	Corrige
T. ALMACÉN DO BR	145,04	5,00	8,00	3,70	0,840	0,980	1,351	0,066	79,229		
T. SEDIMENTACIÓN DO	16,05	1,00	4,20	3,90	0,840	0,980	0,256	0,012	0,333	0,000	No Corrige
T. UD DO	16,05	1,00	4,20	3,90	0,840	0,980	0,256	0,012	0,333	0,000	No Corrige
T. ACEITE HIDRÁULICO/TERMI	31,10	8,00	2,80	2,00	0,920	0,694	4,000	0,194	74,166	0,011	Corrige
T. ACEITE LUBRICANTE	107,64	8,00	7,70	2,00	0,920	0,874	4,000	0,194	287,978	0,043	Corrige
T. AGUA DULCE BR	52,55	4,50	12,00	3,90	1,000	0,250	1,154	0,027	6,356	0,000	No Corrige
T. AGUA DULCE ER	52,55	4,50	12,00	3,90	1,000	0,250	1,154	0,027	6,356		
T. LODOS	31,22	8,00	2,10	2,00	0,900	0,929	4,000	0,113	24,398	0,004	No Corrige
T. REBOSE	21,02	8,00	1,40	2,00	0,900	0,938	4,000	0,113	16,508	0,002	No Corrige
T. AGUAS RESIDUALES	5,43	4,00	0,70	2,00	1,000	0,970	2,000	0,094	2,019	0,000	No Corrige

En base a los resultados obtenidos, en las tablas de “Maxsurf Stability Interprise” de llenado de los tanques, se selecciona como método de corrección de superficies libres el de la “IMO A.749(18)” para los tanques que corrigen, como se ha dicho anteriormente. Por otro lado, para los tanques que no corrigen seleccionamos “User specified”. Para que el software haga las correcciones por superficies libres, se pondrá 97%; ya que con 98% no lo hace.

## **5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD INTACTA PARA CADA CONDICIÓN DE CARGA.**

Según el Código IS 2008, las condiciones de carga específicas para buques de carga son:

1. SALIDA A PLENA CARGA. El buque a plena carga, distribuida de forma homogénea en todos los espacios de carga y con la totalidad de provisiones y combustible.
2. LLEGADA A PLENA CARGA. El buque a plena carga, distribuida de forma homogénea en todos los espacios de carga y con el 10% de provisiones y combustible.
3. SALIDA EN LASTRE. Sin carga, pero con la totalidad de provisiones y combustible.
4. LLEGADA EN LASTRE. Sin carga, pero con el 10% de provisiones y combustible.

Además de estas cuatro situaciones de carga, se considerarán dos condiciones más:

5. LASTRE MARPOL. En esta situación se considera únicamente el peso en rosca y el peso contenido en los tanques de lastre llenos al 100%. Según la Regla 18, "Anexo I".
6. CONDICIÓN ESTABILIDAD. Buque al calado de francobordo,  $T=14,40$  m. Consideraremos el buque a plena carga, y con la totalidad de provisiones y consumos. Así comprobaremos si cumple con la estabilidad.

## 5.1. Salida a plena carga.

### 5.1.1. Descripción.

En esta condición llevaremos las provisiones, los combustibles y la carga al 100% e iremos sin lastre.

En aquellos tanques que corrijan tomaremos el 97%, como son los tanques de carga, el de aceite lubricante y el de rebose.

El resto de tanques de combustible irán al 98%

### 5.1.2. Tabla de pesos y centros de gravedad.

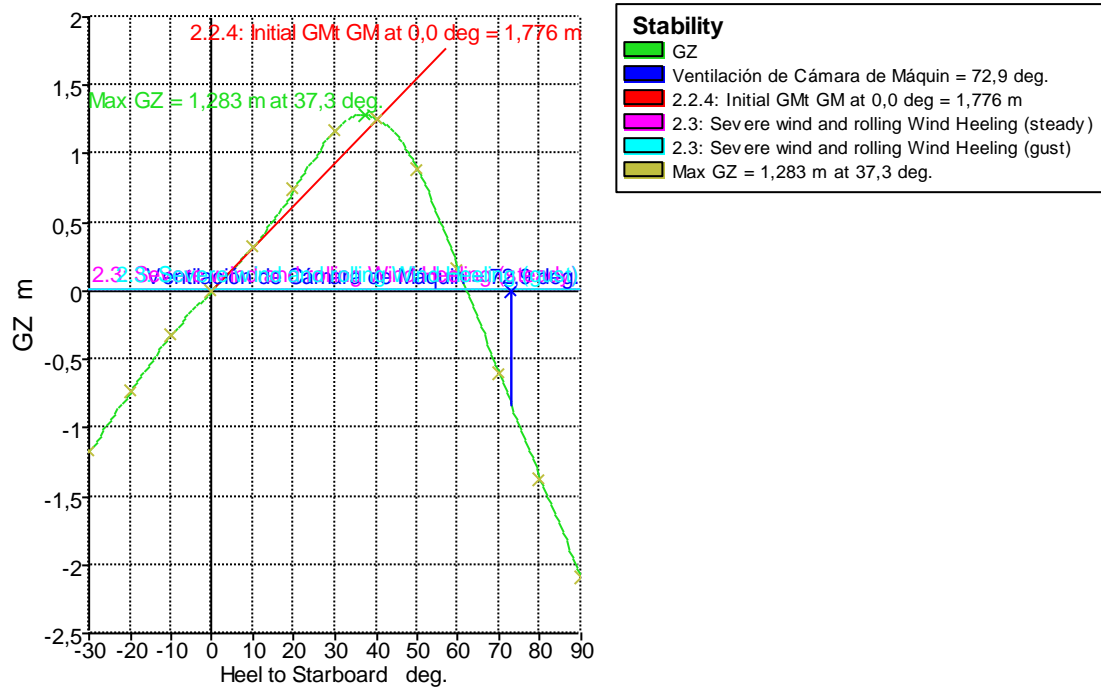
NOMBRE	%	Ud. Masa (T)	Masa Total (t)	XG (m)	YG (m)	KG (m)	M <sub>SL</sub> (t.m)	TIPO
Rosca	1	13400,000	13400,000	92,263	0,000	11,563	0,000	
TOTAL PESO ROSCA			13400,000	92,263	0,000	11,563	0,000	
T. LASTRE DC Y DF N°1 ER	0%	1857,767	0,000	161,358	1,525	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°1 BR	0%	1857,767	0,000	161,358	-1,525	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°2 ER	0%	1560,238	0,000	146,722	4,917	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°2 BR	0%	1560,238	0,000	146,722	-4,917	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°3 ER	0%	1557,594	0,000	123,001	4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°3 BR	0%	1557,594	0,000	123,001	-4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°4 ER	0%	1555,303	0,000	99,001	4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°4 BR	0%	1555,303	0,000	99,001	-4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°5 ER	0%	1553,326	0,000	75,001	4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°5 BR	0%	1553,326	0,000	75,001	-4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°6 ER	0%	1518,664	0,000	57,730	4,245	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°6 BR	0%	1518,664	0,000	57,730	-4,245	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF SLOP ER	0%	445,188	0,000	36,289	0,013	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF SLOP BR	0%	445,188	0,000	36,289	-0,013	0,000	0,000	User Specified
PIQUE DE PROA	0%	236,839	0,000	190,980	0,000	0,177	0,000	User Specified
PIQUE DE POPA	0%	349,790	0,000	6,517	0,000	0,146	0,000	User Specified
T. AGUA DE LASTRE POPA BR	0%	341,789	0,000	1,863	-3,319	11,800	0,000	User Specified
T. AGUA DE LASTRE POPA ER	0%	341,789	0,000	1,863	3,319	11,800	0,000	User Specified
TOTAL LASTRE	0%	21366,368	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
T. CARGA N°1 ER	97%	3400,346	3298,336	170,349	5,528	10,847	2673,514	IMO A.749(18)
T. CARGA N°1 BR	97%	3400,346	3298,336	170,349	-5,528	10,847	2673,514	IMO A.749(18)
T. CARGA N°2 ER	97%	4153,665	4029,055	146,796	6,684	10,593	3810,368	IMO A.749(18)
T. CARGA N°2 BR	97%	4153,665	4029,055	146,796	-6,684	10,593	3810,368	IMO A.749(18)
T. CARGA N°3 ER	97%	4880,642	4734,223	122,997	7,016	10,478	4589,159	IMO A.749(18)
T. CARGA N°3 BR	97%	4880,642	4734,223	122,997	-7,016	10,478	4589,159	IMO A.749(18)
T. CARGA N°4 ER	97%	4880,642	4734,223	99,003	7,016	10,478	4589,159	IMO A.749(18)
T. CARGA N°4 BR	97%	4880,642	4734,223	99,003	-7,016	10,478	4589,159	IMO A.749(18)
T. CARGA N°5 ER	97%	4589,176	4451,501	75,001	7,009	10,486	4313,046	IMO A.749(18)
T. CARGA N°5 BR	97%	4589,176	4451,501	75,001	-7,009	10,486	4313,046	IMO A.749(18)
T. CARGA N°6 ER	97%	4542,797	4406,513	51,041	6,940	10,543	4247,829	IMO A.749(18)
T. CARGA N°6 BR	97%	4542,797	4406,513	51,041	-6,940	10,543	4247,829	IMO A.749(18)
T. SLOP ER	97%	1008,153	977,908	35,109	9,109	11,023	373,330	IMO A.749(18)
T. SLOP BR	97%	1008,153	977,908	35,109	-9,109	11,023	373,330	IMO A.749(18)
TOTAL CARGA	97%	54910,842	53263,519	105,041	0,000	10,573	49192,811	
T. ALMACEN 1 FO ER	100%	362,762	362,762	35,000	2,500	6,900	0,000	User Specified
T. ALMACEN 1 FO BR	100%	362,762	362,762	35,000	-2,500	6,900	0,000	User Specified
T. ALMACEN FO 2 BR	97%	223,740	217,028	28,908	-7,777	13,605	1246,039	IMO A.749(18)
T. ALMACEN FO 2 ER	97%	223,740	217,028	28,908	7,777	13,605	1246,039	IMO A.749(18)

NOMBRE	%	Ud. Masa (T)	Masa Total (t)	XG (m)	YG (m)	KG (m)	M <sub>SL</sub> (t.m)	TIPO
T. SEDIMENTACIÓN FO BR	100%	30,317	30,317	28,900	-1,000	17,450	0,000	User Specified
T. SEDIMENTACIÓN FO ER	100%	30,317	30,317	28,900	1,000	17,450	0,000	User Specified
T. UD FO BR	100%	30,317	30,317	28,900	-3,000	17,450	0,000	User Specified
T. UD FO ER	100%	30,317	30,317	28,900	3,000	17,450	0,000	User Specified
TOTAL FO	98,96%	1294,271	1280,847	32,358	0,000	10,171	2492,077	
T. ALMACÉN DO ER	97%	121,834	118,179	35,000	2,500	13,595	67,911	IMO A.749(18)
T. ALMACÉN DO BR	97%	121,834	118,179	35,000	-2,500	13,595	67,911	IMO A.749(18)
T. SEDIMENTACIÓN DO	100%	13,484	13,484	28,900	-4,500	17,450	0,000	User Specified
T. UD DO	100%	13,484	13,484	28,900	4,500	17,450	0,000	User Specified
TOTAL DO	97,3%	270,635	263,325	34,375	0,000	13,989	135,821	
T. AGUA DULCE BR	100%	46,729	46,729	3,966	-10,633	18,132	0,000	User Specified
T. AGUA DULCE ER	100%	46,729	46,729	3,966	10,633	18,132	0,000	User Specified
TOTAL AGUA DULCE	100%	93,459	93,459	3,966	0,000	18,132	0,000	
T. ACEITE HIDRÁULICO/TERMICO	97%	28,614	27,756	13,576	0,000	1,187	63,579	IMO A.749(18)
T. ACEITE LUBRICANTE	97%	99,024	96,053	18,848	0,000	1,069	246,822	IMO A.749(18)
TOTAL ACEITE	97%	127,638	123,809	17,666	0,000	1,095	310,401	
T. LODOS	100%	28,100	28,100	23,652	0,000	1,050	0,000	User Specified
T. REBOSE	0%	18,914	0,000	25,420	0,000	0,000	0,000	User Specified
T. AGUAS RESIDUALES	0%	5,429	0,000	26,455	0,000	0,000	0,000	User Specified
Viveres	1	2,500	2,500	12,750	-3,550	20,900	0,000	User Specified
Tripulantes	1	2,600	2,600	20,850	0,000	28,400	0,000	User Specified
Respectos	1	150,000	150,000	19,100	0,000	10,700	0,000	User Specified
Cargos y efectos	1	100,000	100,000	40,000	0,000	19,400	0,000	User Specified
TOTAL P.FIJSOS+VÍVERES			283,200	26,892	-0,031	13,067	0,000	
Total Loadcase			68708,159	100,306	0,000	10,775	52131,111	
FS correction						0,759		
VCG fluid						11,534		

### 5.1.3. Resultados y gráficas.

Heel to Starboard deg	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
GZ m	0,000	0,323	0,737	1,174	1,262	0,890
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,0000	0,0274	0,1183	0,2874	0,5066	0,7009
Displacement t	68710	68707	68704	68708	68715	68708
Draft at FP m	12,872	12,880	12,908	13,154	13,907	15,077
Draft at AP m	12,362	12,323	12,198	12,060	12,418	13,303
WL Length m	198,411	198,412	198,416	198,651	205,004	205,004
Beam max extents on WL m	32,200	32,697	34,267	33,040	33,361	30,057
Wetted Area m <sup>2</sup>	9710,003	9715,486	9738,518	10810,670	11368,036	11636,770
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5761,167	5839,789	6104,517	5816,270	5340,196	4716,694
Prismatic coeff. (Cp)	0,830	0,830	0,830	0,832	0,819	0,830
Block coeff. (Cb)	0,816	0,699	0,594	0,563	0,500	0,527
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100,319	100,321	100,324	100,333	100,339	100,327
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	95,545	95,624	95,827	95,868	98,013	98,899
Max deck inclination deg	0,1509	10,0013	20,0009	30,0012	40,0012	50,0008
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,1509	-0,1649	-0,2103	-0,3236	-0,4405	-0,5250

## Gráfica de GZ.



Draft Amidships m	12,617
Displacement t	68708
Heel deg	0,0
Draft at FP m	12,871
Draft at AP m	12,362
Draft at LCF m	12,614
Trim (+ve by stern) m	-0,509
WL Length m	198,410
Beam max extents on WL m	32,200
Wetted Area m <sup>2</sup>	9709,904
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5761,164
Prismatic coeff. (Cp)	0,830
Block coeff. (Cb)	0,816
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,989
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,902
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	100,318
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	95,545
KB m	6,530
KG fluid m	11,534
BMt m	6,780
BML m	236,343
GMt corrected m	1,776
GML m	231,339
KMt m	13,310
KML m	242,872
Immersion (TPc) tonne/cm	59,052
MTc tonne.m	821,016
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	2129,352
Max deck inclination deg	0,1507
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,1507

#### 5.1.4. Tabla resumen de los criterios.

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,2874	Pass	+422,62
2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	0,5066	Pass	+462,89
2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,2192	Pass	+630,49
2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,283	Pass	+541,50
2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	37,3	Pass	+49,09
2.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,776	Pass	+1084,00
2.3: Severe wind and rolling				Pass	
Angle of steady heel shall not be greater than ( $\leq$ )	16,0	deg	0,4	Pass	+97,67
Area1 / Area2 shall not be less than ( $\geq$ )	100,00	%	979,78	Pass	+879,78

#### 5.1.5. Conclusiones.

Como podemos observar cumple todos los criterios generales de estabilidad, recomendados por el Código IS 2008, además también cumple con los criterios de calados mínimos y asiento máximo de MARPOL:

	MARPOL	SALIDA PLENA CARGA
Tm >	5,886	12,617
Tpopa >	6,1	12,362
Asiento <	2,915	-0,509

#### 5.2. Llegada a plena carga.

##### 5.2.1. Descripción.

En esta condición el buque irá a plena carga y con el 10% de provisiones y combustibles. Se hace el 10% a cada consumo, y al meterlo en el programa, vamos llenando los tanques de uso diario, sedimentación y almacén, en este orden.

CONSUMOS	Peso (t)	10%
F.O.	1294,28	129,428
D.O.	270,82	27,082
A.DULCE	105,10	10,510
Aceite	127,63	12,763

### 5.2.2. Tabla de pesos y centros de gravedad.

NOMBRE	%	Ud. Masa (t)	Masa Total (t)	XG (m)	KG (m)	M <sub>SL</sub> (t.m)	TIPO	NOMBRE
Rosca	1	13400,000	13400,000	92,263	0,000	11,563	0,000	
TOTAL PESO ROSCA			13400,000	92,263	0,000	11,563	0,000	
T. LASTRE DC Y DF N°1 ER	0%	1857,767	0,000	161,358	1,525	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°1 BR	0%	1857,767	0,000	161,358	-1,525	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°2 ER	0%	1560,238	0,000	146,722	4,917	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°2 BR	0%	1560,238	0,000	146,722	-4,917	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°3 ER	0%	1557,594	0,000	123,001	4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°3 BR	0%	1557,594	0,000	123,001	-4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°4 ER	0%	1555,303	0,000	99,001	4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°4 BR	0%	1555,303	0,000	99,001	-4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°5 ER	0%	1553,326	0,000	75,001	4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°5 BR	0%	1553,326	0,000	75,001	-4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°6 ER	0%	1518,664	0,000	57,730	4,245	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°6 BR	0%	1518,664	0,000	57,730	-4,245	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF SLOP ER	0%	445,188	0,000	36,289	0,013	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF SLOP BR	0%	445,188	0,000	36,289	-0,013	0,000	0,000	User Specified
PIQUE DE PROA	0%	236,839	0,000	190,980	0,000	0,177	0,000	User Specified
PIQUE DE POPA	0%	349,790	0,000	6,517	0,000	0,146	0,000	User Specified
T. AGUA DE LASTRE POPA BR	0%	341,789	0,000	1,863	-3,319	11,800	0,000	User Specified
T. AGUA DE LASTRE POPA ER	0%	341,789	0,000	1,863	3,319	11,800	0,000	User Specified
TOTAL LASTRE	0%	21366,368	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
T. CARGA N°1 ER	97%	3400,346	3298,336	170,349	5,528	10,847	2673,514	IMO A.749(18)
T. CARGA N°1 BR	97%	3400,346	3298,336	170,349	-5,528	10,847	2673,514	IMO A.749(18)
T. CARGA N°2 ER	97%	4153,665	4029,055	146,796	6,684	10,593	3810,368	IMO A.749(18)
T. CARGA N°2 BR	97%	4153,665	4029,055	146,796	-6,684	10,593	3810,368	IMO A.749(18)
T. CARGA N°3 ER	97%	4880,642	4734,223	122,997	7,016	10,478	4589,159	IMO A.749(18)
T. CARGA N°3 BR	97%	4880,642	4734,223	122,997	-7,016	10,478	4589,159	IMO A.749(18)
T. CARGA N°4 ER	97%	4880,642	4734,223	99,003	7,016	10,478	4589,159	IMO A.749(18)
T. CARGA N°4 BR	97%	4880,642	4734,223	99,003	-7,016	10,478	4589,159	IMO A.749(18)
T. CARGA N°5 ER	97%	4589,176	4451,501	75,001	7,009	10,486	4313,046	IMO A.749(18)
T. CARGA N°5 BR	97%	4589,176	4451,501	75,001	-7,009	10,486	4313,046	IMO A.749(18)
T. CARGA N°6 ER	97%	4542,797	4406,514	51,041	6,940	10,543	4247,829	IMO A.749(18)
T. CARGA N°6 BR	97%	4542,797	4406,513	51,041	-6,940	10,543	4247,829	IMO A.749(18)
T. SLOP ER	97%	1008,153	977,908	35,109	9,109	11,023	373,330	IMO A.749(18)
T. SLOP BR	97%	1008,153	977,908	35,109	-9,109	11,023	373,330	IMO A.749(18)
TOTAL CARGA	97%	54910,842	53263,518	105,041	0,000	10,573	49192,811	
T. ALMACEN 1 FO ER	0%	362,762	0,000	35,000	2,500	2,000	0,000	User Specified
T. ALMACEN 1 FO BR	0%	362,762	0,000	35,000	-2,500	2,000	0,000	User Specified
T. ALMACEN FO 2 BR	2%	223,740	4,475	28,911	-7,630	11,838	1246,039	IMO A.749(18)
T. ALMACEN FO 2 ER	2%	223,740	4,475	28,911	7,630	11,838	1246,039	IMO A.749(18)
T. SEDIMENTACIÓN FO BR	100%	30,317	30,317	28,900	-1,000	17,450	0,000	User Specified
T. SEDIMENTACIÓN FO ER	100%	30,317	30,317	28,900	1,000	17,450	0,000	User Specified
T. UD FO BR	100%	30,317	30,317	28,900	-3,000	17,450	0,000	User Specified
T. UD FO ER	100%	30,317	30,317	28,900	3,000	17,450	0,000	User Specified
TOTAL FO	10,06%	1294,271	130,216	28,901	0,000	17,064	2492,077	
T. ALMACÉN DO ER	0,1%	121,834	0,122	35,000	2,500	11,802	0,000	IMO A.749(18)
T. ALMACÉN DO BR	0,1%	121,834	0,122	35,000	-2,500	11,802	0,000	IMO A.749(18)
T. SEDIMENTACIÓN DO	100%	13,484	13,484	28,900	-4,500	17,450	0,000	User Specified
T. UD DO	100%	13,484	13,484	28,900	4,500	17,450	0,000	User Specified
TOTAL DO	10,05%	270,635	27,212	28,955	0,000	17,399	0,000	
T. AGUA DULCE BR	10%	46,729	4,673	5,566	-10,173	16,144	9,524	User Specified
T. AGUA DULCE ER	10%	46,729	4,673	5,566	10,173	16,144	0,000	User Specified
TOTAL AGUA DULCE	10%	93,459	9,346	5,566	0,000	16,144	9,524	
T. ACEITE HIDRÁULICO/TERMICO	10%	28,614	2,861	13,663	0,000	0,306	63,579	IMO A.749(18)
T. ACEITE LUBRICANTE	10%	99,024	9,902	19,180	0,000	0,216	246,822	IMO A.749(18)



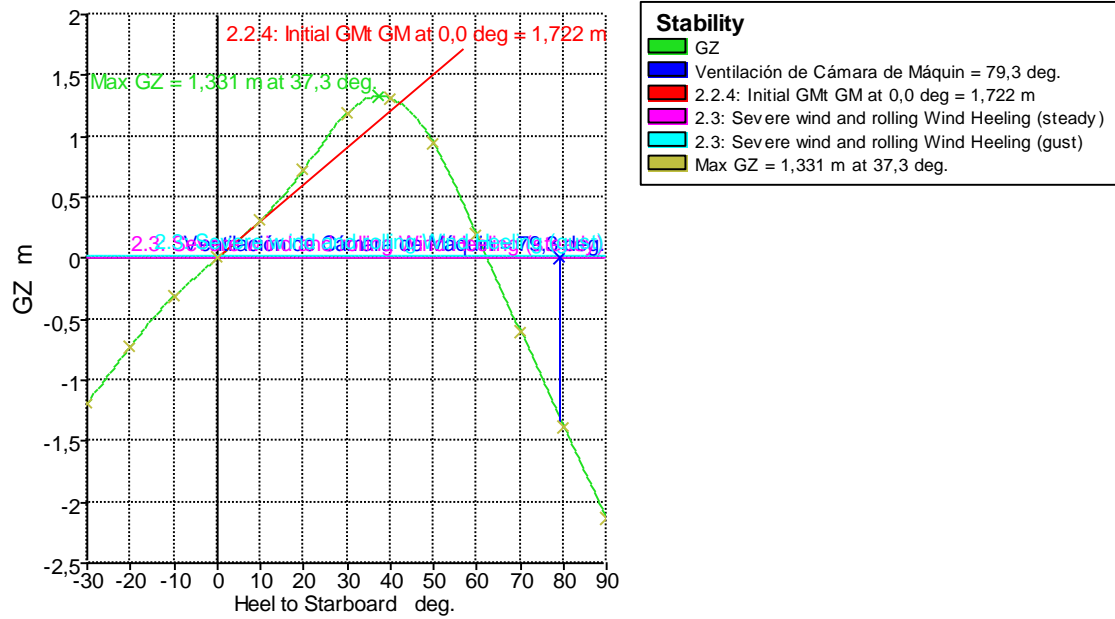
NOMBRE	%	Ud. Masa (t)	Masa Total (t)	XG (m)	KG (m)	M <sub>SL</sub> (t.m)	TIPO	NOMBRE
TOTAL ACEITE	10%	127,638	12,764	17,943	0,000	0,236	310,401	
T. LODOS	100%	28,100	28,100	23,652	0,000	1,050	0,000	User Specified
T. REBOSE	100%	18,914	18,914	25,401	0,000	1,041	0,000	User Specified
T. AGUAS RESIDUALES	100%	5,429	5,429	26,450	0,000	1,011	0,000	User Specified
Viveres	0,1	25,000	2,500	12,750	-3,550	20,900	0,000	User Specified
Tripulantes	1	2,600	2,600	20,850	0,000	28,400	0,000	User Specified
Respectos	1	150,000	150,000	19,100	0,000	10,700	0,000	User Specified
Cargos y efectos	1	100,000	100,000	40,000	0,000	19,400	0,000	User Specified
TOTAL P.FIJOS+VÍVERES			307,543	26,792	-0,029	12,115	0,000	
Total Loadcase			67150,599	101,924	0,000	10,792	52004,814	
FS correction						0,774		
VCG fluid						11,566		

### 5.2.3. Resultados y gráficas.

Heel to Starboard deg	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
GZ m	0,000	0,314	0,722	1,190	1,318	0,944
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,0000	0,0267	0,1152	0,2838	0,5095	0,7139
Displacement t	67151	67150	67150	67151	67156	67151
Draft at FP m	13,238	13,248	13,280	13,548	14,377	15,705
Draft at AP m	11,480	11,436	11,304	11,082	11,193	11,632
WL Length m	198,469	198,471	198,476	198,719	205,016	205,019
Beam max extents on WL m	32,200	32,697	34,267	33,755	33,010	29,878
Wetted Area m <sup>2</sup>	9581,772	9587,034	9632,197	10649,996	11223,211	11475,926
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5728,266	5806,250	6066,850	5883,637	5393,249	4742,365
Prismatic coeff. (Cp)	0,803	0,803	0,803	0,806	0,794	0,795
Block coeff. (Cb)	0,776	0,678	0,576	0,535	0,491	0,515
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	101,971	101,972	101,975	101,985	101,997	102,008
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	96,145	96,235	96,466	95,595	97,338	98,368
Max deck inclination deg	0,5204	10,0138	20,0072	30,0060	40,0054	50,0044
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,5204	-0,5363	-0,5846	-0,7298	-0,9423	-1,2053



## Gráfica GZ:



Draft Amidships m	12,359
Displacement t	67150
Heel deg	0,0
Draft at FP m	13,232
Draft at AP m	11,485
Draft at LCF m	12,353
Trim (+ve by stern) m	-1,748
WL Length m	198,468
Beam max extents on WL m	32,200
Wetted Area m <sup>2</sup>	9581,884
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5728,443
Prismatic coeff. (Cp)	0,804
Block coeff. (Cb)	0,777
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,989
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,896
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	101,958
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	96,140
KB m	6,401
KG fluid m	11,566
BMt m	6,888
BML m	237,992
GMt corrected m	1,722
GML m	232,826
KMt m	13,288
KML m	244,383
Immersion (TPc) tonne/cm	58,717
MTc tonne.m	807,562
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	2017,991
Max deck inclination deg	0,5172
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,5172

#### 5.2.4. Tabla resumen de los criterios.

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,2838	Pass	+415,92
2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	0,5095	Pass	+466,08
2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,2257	Pass	+652,35
2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	1,331	Pass	+565,50
2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	37,3	Pass	+49,09
2.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,722	Pass	+1048,00
2.3: Severe wind and rolling				Pass	
Angle of steady heel shall not be greater than ( $\leq$ )	16,0	deg	0,4	Pass	+97,46
Area1 / Area2 shall not be less than ( $\geq$ )	100,00	%	1037,67	Pass	+937,67

#### 5.2.5. Conclusiones.

Cumple con todos los criterios de estabilidad y criterios de calados mínimos y asiento máximo.

	MARPOL	LLEGADA PLENA CARGA
Tm >	5,886	12,359
Tpopa >	6,1	11,485
Asiento <	2,915	-1,748

#### 5.3. Salida en lastre.

##### 5.3.1. Descripción.

El buque irá sin carga y al 100% de provisiones y combustibles. No ha sido necesario sacar lastre de ningún tanque, cumple con todos los criterios.

##### 5.3.2. Tabla de pesos y centros de gravedad.

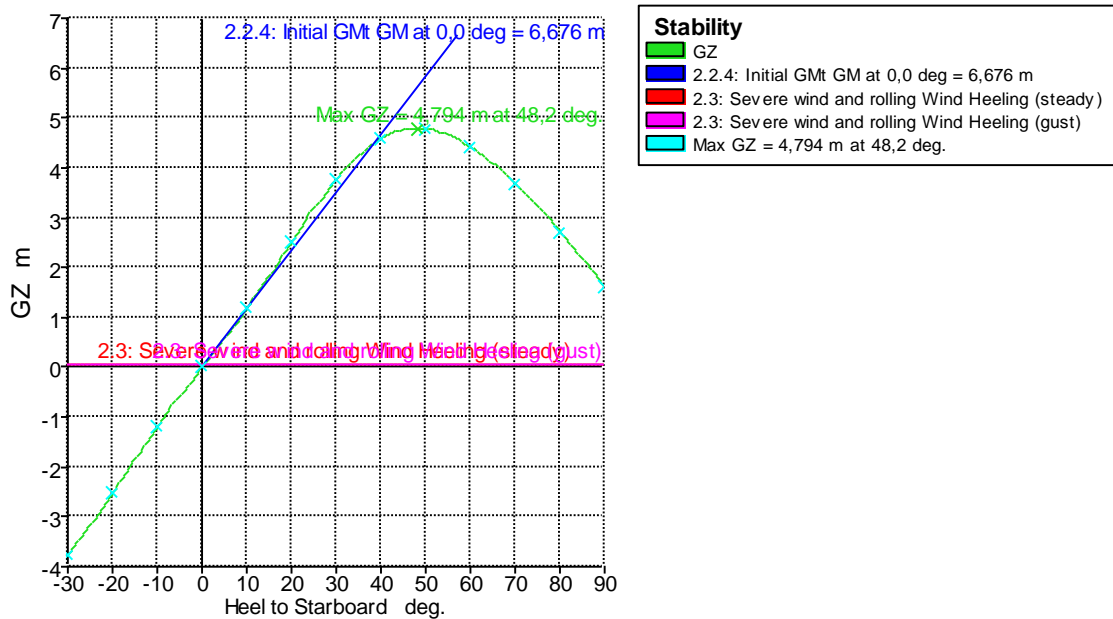
NOMBRE	%	Ud. Masa (t)	Masa Total (t)	XG (m)	KG (m)	MsL (t.m)	TIPO	NOMBRE
Rosca	1	13400,000	13400,000	92,263	0,000	11,563	0,000	
TOTAL PESO ROSCA			13400,000	92,263	0,000	11,563	0,000	
T. LASTRE DC Y DF N°1 ER	100%	1857,767	1857,767	170,561	11,039	7,985	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°1 BR	100%	1857,767	1857,767	170,561	-11,039	7,985	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°2 ER	100%	1560,238	1560,238	147,004	11,591	6,228	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°2 BR	100%	1560,238	1560,238	147,004	-11,591	6,228	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°3 ER	100%	1557,594	1557,594	123,003	11,586	6,237	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°3 BR	100%	1557,594	1557,594	123,003	-11,586	6,237	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°4 ER	100%	1555,303	1555,303	99,003	11,581	6,243	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°4 BR	100%	1555,303	1555,303	99,003	-11,581	6,243	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°5 ER	100%	1553,326	1553,326	75,003	11,576	6,248	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°5 BR	100%	1553,326	1553,326	75,003	-11,576	6,248	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°6 ER	100%	1518,664	1518,664	51,198	11,496	6,301	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°6 BR	100%	1518,664	1518,664	51,198	-11,496	6,301	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF SLOP ER	100%	445,188	445,188	35,014	10,992	7,255	0,000	User Specified

NOMBRE	%	Ud. Masa (t)	Masa Total (t)	XG (m)	KG (m)	M <sub>SL</sub> (t.m)	TIPO	NOMBRE
T. LASTRE DC Y DF SLOP BR	100%	445,188	445,188	35,014	-10,992	7,255	0,000	User Specified
PIQUE DE PROA	100%	236,839	236,839	192,456	0,000	7,273	0,000	User Specified
PIQUE DE POPA	100%	349,790	349,790	3,566	0,000	9,378	0,000	User Specified
T. AGUA DE LASTRE POPA BR	100%	341,789	341,789	1,715	-3,961	13,740	0,000	User Specified
T. AGUA DE LASTRE POPA ER	100%	341,789	341,789	1,715	3,961	13,740	0,000	User Specified
TOTAL LASTRE	100%	21366,368	21366,368	105,365	0,000	6,897	0,000	
T. CARGA N°1 ER	0%	3400,346	0,000	170,404	4,736	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°1 BR	0%	3400,346	0,000	170,404	-4,736	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°2 ER	0%	4153,665	0,000	146,600	6,020	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°2 BR	0%	4153,665	0,000	146,600	-6,020	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°3 ER	0%	4880,642	0,000	122,970	6,650	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°3 BR	0%	4880,642	0,000	122,970	-6,650	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°4 ER	0%	4880,642	0,000	99,030	6,650	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°4 BR	0%	4880,642	0,000	99,030	-6,650	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°5 ER	0%	4589,176	0,000	75,017	6,573	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°5 BR	0%	4589,176	0,000	75,017	-6,573	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°6 ER	0%	4542,797	0,000	51,141	6,325	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°6 BR	0%	4542,797	0,000	51,141	-6,325	2,000	0,000	User Specified
T. SLOP ER	0%	1008,153	0,000	35,441	7,806	2,000	0,000	User Specified
T. SLOP BR	0%	1008,153	0,000	35,441	-7,806	2,000	0,000	User Specified
TOTAL CARGA	0%	54910,842	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
T. ALMACEN 1 FO ER	100%	362,762	362,762	35,000	2,500	6,900	0,000	User Specified
T. ALMACEN 1 FO BR	100%	362,762	362,762	35,000	-2,500	6,900	0,000	User Specified
T. ALMACEN FO 2 BR	97%	223,740	217,028	28,908	-7,777	13,605	1246,039	IMO A.749(18)
T. ALMACEN FO 2 ER	97%	223,740	217,028	28,908	7,777	13,605	1246,039	IMO A.749(18)
T. SEDIMENTACIÓN FO BR	100%	30,317	30,317	28,900	-1,000	17,450	0,000	User Specified
T. SEDIMENTACIÓN FO ER	100%	30,317	30,317	28,900	1,000	17,450	0,000	User Specified
T. UD FO BR	100%	30,317	30,317	28,900	-3,000	17,450	0,000	User Specified
T. UD FO ER	100%	30,317	30,317	28,900	3,000	17,450	0,000	User Specified
TOTAL FO	98,96%	1294,271	1280,847	32,358	0,000	10,171	2492,077	
T. ALMACÉN DO ER	97%	121,834	118,179	35,000	2,500	13,595	67,911	IMO A.749(18)
T. ALMACÉN DO BR	97%	121,834	118,179	35,000	-2,500	13,595	67,911	IMO A.749(18)
T. SEDIMENTACIÓN DO	100%	13,484	13,484	28,900	-4,500	17,450	0,000	User Specified
T. UD DO	100%	13,484	13,484	28,900	4,500	17,450	0,000	User Specified
TOTAL DO	97,3%	270,635	263,325	34,375	0,000	13,989	135,821	
T. AGUA DULCE BR	100%	46,729	46,729	3,966	-10,633	18,132	0,000	User Specified
T. AGUA DULCE ER	100%	46,729	46,729	3,966	10,633	18,132	0,000	User Specified
TOTAL AGUA DULCE	100%	93,459	93,459	3,966	0,000	18,132	0,000	
T. ACEITE HIDRÁULICO/TERMICO	97%	28,614	27,756	13,576	0,000	1,187	63,579	IMO A.749(18)
T. ACEITE LUBRICANTE	97%	99,024	96,053	18,848	0,000	1,069	246,822	IMO A.749(18)
TOTAL ACEITE	97%	127,638	123,809	17,666	0,000	1,095	310,401	
T. LODOS	0%	28,100	0,000	23,692	0,000	0,000	0,000	User Specified
T. REBOSE	100%	18,914	18,914	25,401	0,000	1,041	0,000	User Specified
T. AGUAS RESIDUALES	0%	5,429	0,000	26,455	0,000	0,000	0,000	User Specified
Viveres	1	2,500	2,500	12,750	-3,550	20,900	0,000	User Specified
Tripulantes	1	2,600	2,600	20,850	0,000	28,400	0,000	User Specified
Respectos	1	150,000	150,000	19,100	0,000	10,700	0,000	User Specified
Cargos y efectos	1	100,000	100,000	40,000	0,000	19,400	0,000	User Specified
TOTAL P.FIJOS+VÍVERES			274,014	27,121	-0,032	13,469	0,000	
Total Loadcase			36801,823	96,410	0,000	8,818	2938,300	
FS correction						0,080		
VCG fluid						8,898		

### 5.3.3. Resultados y gráficas.

Heel to Starboard deg	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
GZ m	0,000	1,190	2,516	3,773	4,572	4,787
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,0000	0,1023	0,4244	0,9772	1,7135	2,5392
Displacement t	36802	36802	36802	36804	36799	36802
Draft at FP m	5,747	5,760	5,773	5,505	4,573	2,776
Draft at AP m	8,401	8,357	8,215	7,870	6,929	5,436
WL Length m	191,044	191,077	191,561	195,138	201,040	200,164
Beam max extents on WL m	32,200	32,692	33,909	32,962	30,181	27,743
Wetted Area m <sup>2</sup>	7362,878	7370,843	7418,169	7286,387	7656,757	7904,533
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5454,028	5533,585	5714,124	5535,099	5312,733	4684,545
Prismatic coeff. (Cp)	0,774	0,777	0,784	0,785	0,772	0,784
Block coeff. (Cb)	0,708	0,593	0,475	0,425	0,426	0,458
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	96,339	96,340	96,343	96,345	96,346	96,342
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	99,386	99,330	98,659	97,172	96,408	96,672
Max deck inclination deg	0,7854	10,0283	20,0111	30,0056	40,0030	50,0019
Trim angle (+ve by stern) deg	0,7854	0,7687	0,7228	0,7000	0,6973	0,7872

Gráfica GZ:



Draft Amidships m	7,073
Displacement t	36802
Heel deg	0,0
Draft at FP m	5,751
Draft at AP m	8,396
Draft at LCF m	7,038
Trim (+ve by stern) m	2,645
WL Length m	191,041
Beam max extents on WL m	32,200
Wetted Area m <sup>2</sup>	7362,885
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5453,923
Prismatic coeff. (Cp)	0,774
Block coeff. (Cb)	0,709
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,978
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,887
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	96,356
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	99,388
KB m	3,680
KG fluid m	8,898
BMt m	11,894
BML m	375,520
Gmt corrected m	6,675
GML m	370,302
KMt m	15,573
KML m	379,165
Immersion (TPc) tonne/cm	55,903
MTc tonne.m	703,916
RM at 1deg = Gmt.Disp.sin(1) tonne.m	4287,481
Max deck inclination deg	0,7828
Trim angle (+ve by stern) deg	0,7828

#### 5.3.4. Tabla resumen de los criterios.

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,9772	Pass	+1676,75
2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	1,7135	Pass	+1803,92
2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,7363	Pass	+2354,29
2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	4,794	Pass	+2297,00
2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	48,2	Pass	+92,73
2.2.4: Initial Gmt	0,150	m	6,676	Pass	+4350,67
2.3: Severe wind and rolling				Pass	
Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,3	Pass	+97,96
Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	502,53	Pass	+402,53

#### 5.3.5. Conclusiones.

Esta condición también cumplirá todos los criterios.

	MARPOL	SALIDA EN LASTRE
Tm >	5,886	7,073
Tpopa >	6,1	8,396
Asiento <	2,915	2,645

## 5.4. Llegada en lastre.

### 5.4.1. Descripción.

En esta condición el buque irá sin carga, pero con el 10% de provisiones y combustible. De igual forma que en la segunda condición (Llegada a plena carga) se calcula el 10% de los consumos.

### 5.4.2. Tabla de pesos y centros de gravedad.

NOMBRE	%	Ud. Masa t	Masa Total m	XG m	KG m	M <sub>SL</sub> t.m	TIPO	NOMBRE
Rosca	1	13400,000	13400,000	92,263	0,000	11,563	0,000	
TOTAL PESO ROSCA			13400,000	92,263	0,000	11,563	0,000	
T. LASTRE DC Y DF N°1 ER	100%	1857,767	1857,767	170,561	11,039	7,985	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°1 BR	100%	1857,767	1857,767	170,561	-11,039	7,985	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°2 ER	100%	1560,238	1560,238	147,004	11,591	6,228	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°2 BR	100%	1560,238	1560,238	147,004	-11,591	6,228	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°3 ER	100%	1557,594	1557,594	123,003	11,586	6,237	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°3 BR	100%	1557,594	1557,594	123,003	-11,586	6,237	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°4 ER	100%	1555,303	1555,303	99,003	11,581	6,243	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°4 BR	100%	1555,303	1555,303	99,003	-11,581	6,243	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°5 ER	100%	1553,326	1553,326	75,003	11,576	6,248	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°5 BR	100%	1553,326	1553,326	75,003	-11,576	6,248	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°6 ER	100%	1518,664	1518,664	51,198	11,496	6,301	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°6 BR	100%	1518,664	1518,664	51,198	-11,496	6,301	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF SLOP ER	100%	445,188	445,188	35,014	10,992	7,255	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF SLOP BR	100%	445,188	445,188	35,014	-10,992	7,255	0,000	User Specified
PIQUE DE PROA	100%	236,839	236,839	192,456	0,000	7,273	0,000	User Specified
PIQUE DE POPA	100%	349,790	349,790	3,566	0,000	9,378	0,000	User Specified
T. AGUA DE LASTRE POPA BR	100%	341,789	341,789	1,715	-3,961	13,740	0,000	User Specified
T. AGUA DE LASTRE POPA ER	100%	341,789	341,789	1,715	3,961	13,740	0,000	User Specified
TOTAL LASTRE	100%	21366,368	21366,368	105,365	0,000	6,897	0,000	
T. CARGA N°1 ER	0%	3400,346	0,000	170,404	4,736	2,000	0,000	IMO A.749(18)
T. CARGA N°1 BR	0%	3400,346	0,000	170,404	-4,736	2,000	0,000	IMO A.749(18)
T. CARGA N°2 ER	0%	4153,665	0,000	146,600	6,020	2,000	0,000	IMO A.749(18)
T. CARGA N°2 BR	0%	4153,665	0,000	146,600	-6,020	2,000	0,000	IMO A.749(18)
T. CARGA N°3 ER	0%	4880,642	0,000	122,970	6,650	2,000	0,000	IMO A.749(18)
T. CARGA N°3 BR	0%	4880,642	0,000	122,970	-6,650	2,000	0,000	IMO A.749(18)
T. CARGA N°4 ER	0%	4880,642	0,000	99,030	6,650	2,000	0,000	IMO A.749(18)
T. CARGA N°4 BR	0%	4880,642	0,000	99,030	-6,650	2,000	0,000	IMO A.749(18)
T. CARGA N°5 ER	0%	4589,176	0,000	75,017	6,573	2,000	0,000	IMO A.749(18)
T. CARGA N°5 BR	0%	4589,176	0,000	75,017	-6,573	2,000	0,000	IMO A.749(18)
T. CARGA N°6 ER	0%	4542,797	0,000	51,141	6,325	2,000	0,000	IMO A.749(18)
T. CARGA N°6 BR	0%	4542,797	0,000	51,141	-6,325	2,000	0,000	IMO A.749(18)
T. SLOP ER	0%	1008,153	0,000	35,441	7,806	2,000	0,000	IMO A.749(18)
T. SLOP BR	0%	1008,153	0,000	35,441	-7,806	2,000	0,000	IMO A.749(18)
TOTAL CARGA	0%	54910,842	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
T. ALMACEN 1 FO ER	0%	362,762	0,000	35,000	2,500	2,000	0,000	IMO A.749(18)
T. ALMACEN 1 FO BR	0%	362,762	0,000	35,000	-2,500	2,000	0,000	IMO A.749(18)
T. ALMACEN FO 2 BR	2%	223,740	4,475	28,911	-7,630	11,838	1246,039	IMO A.749(18)
T. ALMACEN FO 2 ER	2%	223,740	4,475	28,911	7,630	11,838	1246,039	IMO A.749(18)
T. SEDIMENTACIÓN FO BR	100%	30,317	30,317	28,900	-1,000	17,450	0,000	User Specified
T. SEDIMENTACIÓN FO ER	100%	30,317	30,317	28,900	1,000	17,450	0,000	User Specified
T. UD FO BR	100%	30,317	30,317	28,900	-3,000	17,450	0,000	User Specified
T. UD FO ER	100%	30,317	30,317	28,900	3,000	17,450	0,000	User Specified
TOTAL FO	10,06%	1294,271	130,216	28,901	0,000	17,064	2492,077	

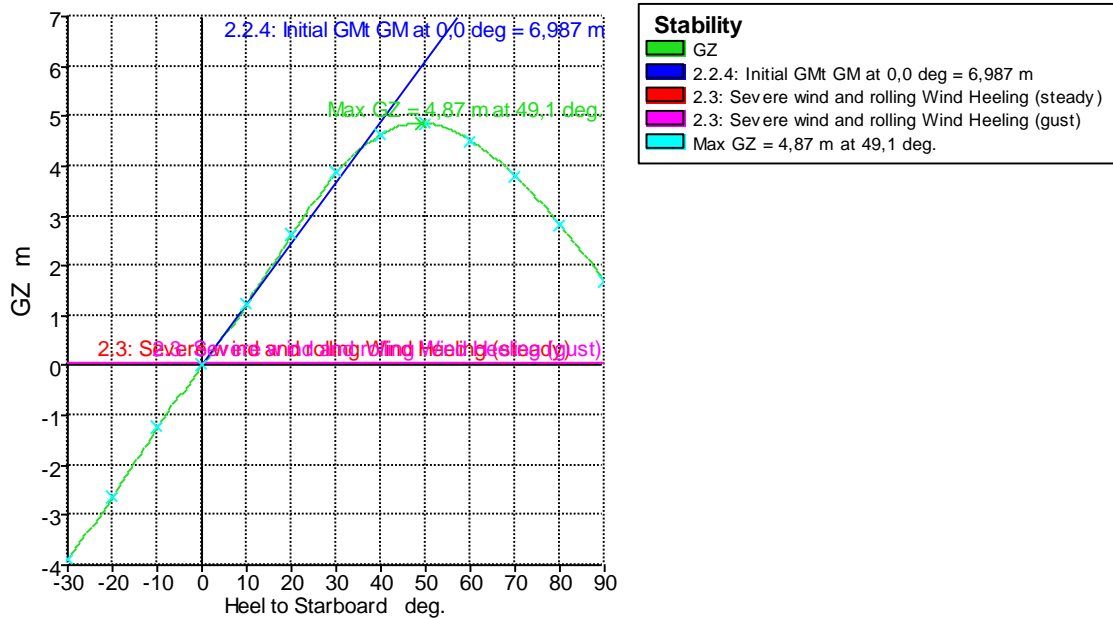
NOMBRE	%	Ud. Masa t	Masa Total m	XG m	KG m	M <sub>SL</sub> t.m	TIPO	NOMBRE
T. ALMACÉN DO ER	0,1%	121,834	0,122	35,000	2,500	11,802	0,000	IMO A.749(18)
T. ALMACÉN DO BR	0,1%	121,834	0,122	35,000	-2,500	11,802	0,000	IMO A.749(18)
T. SEDIMENTACIÓN DO	100%	13,484	13,484	28,900	-4,500	17,450	0,000	User Specified
T. UD DO	100%	13,484	13,484	28,900	4,500	17,450	0,000	User Specified
TOTAL DO	10,05%	270,635	27,212	28,955	0,000	17,399	0,000	
T. AGUA DULCE BR	10%	46,729	4,673	5,566	-10,173	16,144	0,000	User Specified
T. AGUA DULCE ER	10%	46,729	4,673	5,566	10,173	16,144	0,000	User Specified
TOTAL AGUA DULCE	10%	93,459	9,346	5,566	0,000	16,144	0,000	
T. ACEITE HIDRÁULICO/TERMICO	10%	28,614	2,861	13,663	0,000	0,306	63,579	IMO A.749(18)
T. ACEITE LUBRICANTE	10%	99,024	9,902	19,180	0,000	0,216	246,822	IMO A.749(18)
TOTAL ACEITE	10%	127,638	12,764	17,943	0,000	0,236	310,401	
T. LODOS	100%	28,100	28,100	23,652	0,000	1,050	0,000	User Specified
T. REBOSE	100%	18,914	18,914	25,401	0,000	1,041	0,000	User Specified
T. AGUAS RESIDUALES	100%	5,429	5,429	26,450	0,000	1,011	0,000	User Specified
Viveres	0,1	25,000	2,500	12,750	-3,550	20,900	0,000	User Specified
Tripulantes	1	2,600	2,600	20,850	0,000	28,400	0,000	User Specified
Respectos	1	150,000	150,000	19,100	0,000	10,700	0,000	User Specified
Cargos y efectos	1	100,000	100,000	40,000	0,000	19,400	0,000	User Specified
TOTAL P.FIJS+VÍVERES			307,543	26,792	-0,029	12,115	0,000	
Total Loadcase			35253,448	99,300	0,000	8,761	2802,479	
FS correction						0,079		
VCG fluid						8,841		

### 5.4.3. Resultados y gráficas.

Heel to Starboard deg	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
GZ m	0,000	1,245	2,625	3,873	4,619	4,867
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,0000	0,1070	0,4438	1,0160	1,7645	2,6005
Displacement t	35253	35253	35253	35253	35253	35253
Draft at FP m	6,211	6,225	6,241	5,995	5,109	3,428
Draft at AP m	7,336	7,293	7,145	6,723	5,640	3,766
WL Length m	190,625	190,620	190,650	190,886	201,123	202,420
Beam max extents on WL m	32,200	32,689	33,629	31,605	29,586	28,333
Wetted Area m <sup>2</sup>	7253,799	7261,869	7294,018	7120,445	7329,885	7698,819
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5424,880	5504,392	5659,426	5414,437	5217,687	4655,754
Prismatic coeff. (Cp)	0,815	0,819	0,829	0,841	0,804	0,803
Block coeff. (Cb)	0,771	0,610	0,488	0,456	0,435	0,446
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99,269	99,270	99,275	99,280	99,285	99,290
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	99,849	99,806	99,543	98,740	97,992	97,990
Max deck inclination deg	0,3329	10,0048	20,0015	30,0005	40,0002	50,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0,3329	0,3162	0,2676	0,2156	0,1573	0,1001



## Gráfica de GZ.



Draft Amidships m	6,774
Displacement t	35253
Heel deg	0,0
Draft at FP m	6,212
Draft at AP m	7,335
Draft at LCF m	6,756
Trim (+ve by stern) m	1,122
WL Length m	190,625
Beam max extents on WL m	32,200
Wetted Area m <sup>2</sup>	7253,798
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5424,848
Prismatic coeff. (Cp)	0,815
Block coeff. (Cb)	0,771
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,976
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,884
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99,274
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	99,849
KB m	3,509
KG fluid m	8,841
BMt m	12,319
BML m	386,343
GMt corrected m	6,987
GML m	381,011
KMt m	15,828
KML m	389,845
Immersion (TPc) tonne/cm	55,605
MTc tonne.m	693,799
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	4298,882
Max deck inclination deg	0,3322
Trim angle (+ve by stern) deg	0,3322



#### 5.4.4. Tabla resumen de los criterios.

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	1,0160	Pass	+1747,25
2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	1,7645	Pass	+1860,60
2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,7485	Pass	+2395,07
2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	4,870	Pass	+2335,00
2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	49,1	Pass	+96,36
2.2.4: Initial GMt	0,150	m	6,987	Pass	+4558,00
2.3: Severe wind and rolling				Pass	
Angle of steady heel shall not be greater than ( $\leq$ )	16,0	deg	0,3	Pass	+97,92
Area1 / Area2 shall not be less than ( $\geq$ )	100,00	%	470,71	Pass	+370,71

#### 5.4.5. Conclusiones.

Esta condición también cumple con todos los criterios de estabilidad, y con los de calados y asiento de MARPOL, como vemos en la siguiente tabla resumen:

	MARPOL	LLEGADA EN LASTRE
Tm >	5,886	6,774
Tpopa >	6,1	7,335
Asiento <	2,915	1,122

#### 5.5. Lastre MARPOL.

##### 5.5.1. Descripción.

En esta situación se considera únicamente el peso en rosca y el peso contenido en los tanques de lastre llenos al 100%. Según la Regla 18, "Anexo I"

##### 5.5.2. Tabla de pesos y centros de gravedad.

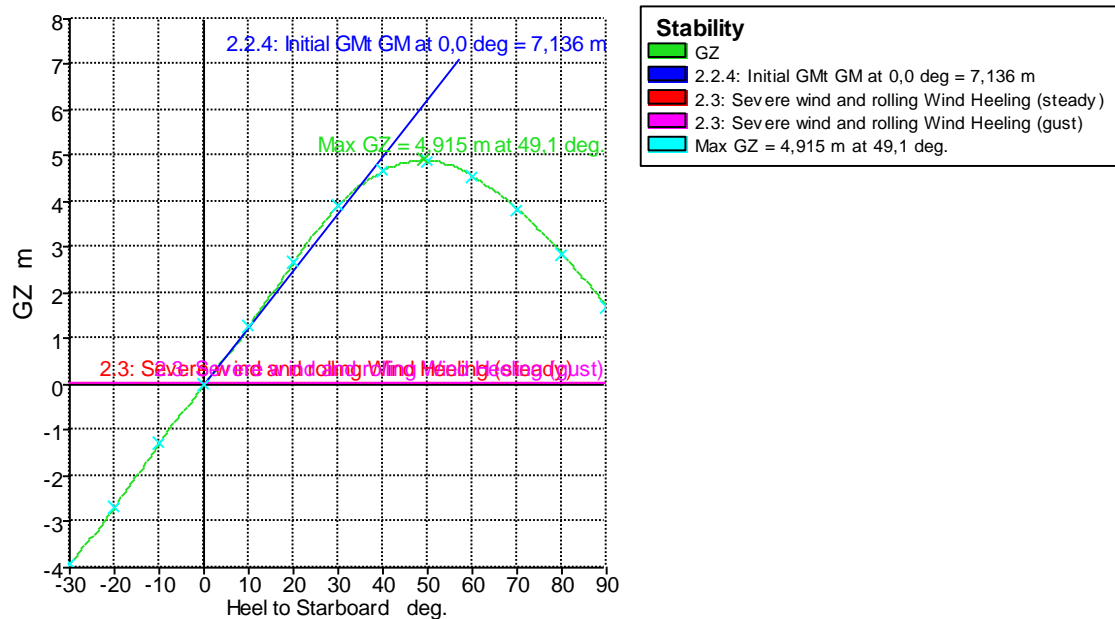
NOMBRE	%	Ud. Masa t	Masa Total m	XG m	KG m	M <sub>SL</sub> t.m	TIPO	NOMBRE
Rosca	1	13400,000	13400,000	92,263	0,000	11,563	0,000	
TOTAL PESO ROSCA			13400,000	92,263	0,000	11,563	0,000	
T. LASTRE DC Y DF N°1 ER	100%	1857,767	1857,767	170,561	11,039	7,985	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°1 BR	100%	1857,767	1857,767	170,561	-11,039	7,985	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°2 ER	100%	1560,238	1560,238	147,004	11,591	6,228	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°2 BR	100%	1560,238	1560,238	147,004	-11,591	6,228	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°3 ER	100%	1557,594	1557,594	123,003	11,586	6,237	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°3 BR	100%	1557,594	1557,594	123,003	-11,586	6,237	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°4 ER	100%	1555,303	1555,303	99,003	11,581	6,243	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°4 BR	100%	1555,303	1555,303	99,003	-11,581	6,243	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°5 ER	100%	1553,326	1553,326	75,003	11,576	6,248	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°5 BR	100%	1553,326	1553,326	75,003	-11,576	6,248	0,000	User Specified

NOMBRE	%	Ud. Masa t	Masa Total m	XG m	KG m	M <sub>SL</sub> t.m	TIPO	NOMBRE
T. LASTRE DC Y DF N°6 ER	100%	1518,664	1518,664	51,198	11,496	6,301	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°6 BR	100%	1518,664	1518,664	51,198	-11,496	6,301	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF SLOP ER	100%	445,188	445,188	35,014	10,992	7,255	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF SLOP BR	100%	445,188	445,188	35,014	-10,992	7,255	0,000	User Specified
PIQUE DE PROA	100%	236,839	236,839	192,456	0,000	7,273	0,000	User Specified
PIQUE DE POPA	100%	349,790	349,790	3,566	0,000	9,378	0,000	User Specified
T. AGUA DE LASTRE POPA BR	100%	341,789	341,789	1,715	-3,961	13,740	0,000	User Specified
T. AGUA DE LASTRE POPA ER	100%	341,789	341,789	1,715	3,961	13,740	0,000	User Specified
TOTAL LASTRE	100%	21366,368	21366,368	105,365	0,000	6,897	0,000	
T. CARGA N°1 ER	0%	3400,346	0,000	170,404	4,736	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°1 BR	0%	3400,346	0,000	170,404	-4,736	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°2 ER	0%	4153,665	0,000	146,600	6,020	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°2 BR	0%	4153,665	0,000	146,600	-6,020	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°3 ER	0%	4880,642	0,000	122,970	6,650	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°3 BR	0%	4880,642	0,000	122,970	-6,650	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°4 ER	0%	4880,642	0,000	99,030	6,650	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°4 BR	0%	4880,642	0,000	99,030	-6,650	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°5 ER	0%	4589,176	0,000	75,017	6,573	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°5 BR	0%	4589,176	0,000	75,017	-6,573	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°6 ER	0%	4542,797	0,000	51,141	6,325	2,000	0,000	User Specified
T. CARGA N°6 BR	0%	4542,797	0,000	51,141	-6,325	2,000	0,000	User Specified
T. SLOP ER	0%	1008,153	0,000	35,441	7,806	2,000	0,000	User Specified
T. SLOP BR	0%	1008,153	0,000	35,441	-7,806	2,000	0,000	User Specified
TOTAL CARGA	0%	54910,842	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
T. ALMACEN 1 FO ER	0%	362,762	0,000	35,000	2,500	2,000	0,000	User Specified
T. ALMACEN 1 FO BR	0%	362,762	0,000	35,000	-2,500	2,000	0,000	User Specified
T. ALMACEN FO 2 BR	0%	223,740	0,000	28,911	-7,626	11,800	0,000	User Specified
T. ALMACEN FO 2 ER	0%	223,740	0,000	28,911	7,626	11,800	0,000	User Specified
T. SEDIMENTACIÓN FO BR	0%	30,317	0,000	28,900	-1,000	15,500	0,000	User Specified
T. SEDIMENTACIÓN FO ER	0%	30,317	0,000	28,900	1,000	15,500	0,000	User Specified
T. UD FO BR	0%	30,317	0,000	28,900	-3,000	15,500	0,000	User Specified
T. UD FO ER	0%	30,317	0,000	28,900	3,000	15,500	0,000	User Specified
TOTAL FO	0%	1294,271	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
T. ALMACÉN DO ER	0%	121,834	0,000	35,000	2,500	11,800	0,000	User Specified
T. ALMACÉN DO BR	0%	121,834	0,000	35,000	-2,500	11,800	0,000	User Specified
T. SEDIMENTACIÓN DO	0%	13,484	0,000	28,900	-4,500	15,500	0,000	User Specified
T. UD DO	0%	13,484	0,000	28,900	4,500	15,500	0,000	User Specified
TOTAL DO	0%	270,635	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
T. AGUA DULCE BR	0%	46,729	0,000	5,811	-10,038	15,500	0,000	User Specified
T. AGUA DULCE ER	0%	46,729	0,000	5,811	10,038	15,500	0,000	User Specified
TOTAL AGUA DULCE	0%	93,459	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
T. ACEITE HIDRÁULICO/TERMICO	0%	28,614	0,000	13,927	0,000	0,000	0,000	User Specified
T. ACEITE LUBRICANTE	0%	99,024	0,000	19,483	0,000	0,000	0,000	User Specified
TOTAL ACEITE	0%	127,638	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
T. LODOS	0%	28,100	0,000	23,692	0,000	0,000	0,000	User Specified
T. REBOSE	0%	18,914	0,000	25,420	0,000	0,000	0,000	User Specified
T. AGUAS RESIDUALES	0%	5,429	0,000	26,455	0,000	0,000	0,000	User Specified
Viveres	0	2,500	0,000	12,750	-3,550	20,900	0,000	User Specified
Tripulantes	1	2,600	2,600	20,850	0,000	28,400	0,000	User Specified
Respectos	1	150,000	150,000	19,100	0,000	10,700	0,000	User Specified
Cargos y efectos	1	100,000	100,000	40,000	0,000	19,400	0,000	User Specified
TOTAL P.FIJOS+VIVERES			252,600	27,392	0,000	14,326	0,000	
Total Loadcase			35018,968	99,789	0,000	8,736	0,000	
FS correction						0,000		
VCG fluid						8,736		

### 5.5.3. Resultados y gráficas.

Heel to Starboard deg	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
GZ m	0,000	1,271	2,672	3,922	4,661	4,913
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,0000	0,1092	0,4526	1,0334	1,7898	2,6333
Displacement t	35019	35019	35019	35019	35019	35019
Draft at FP m	6,290	6,303	6,320	6,079	5,202	3,542
Draft at AP m	7,165	7,122	6,972	6,535	5,429	3,495
WL Length m	190,608	190,603	190,585	190,750	201,138	205,000
Beam max extents on WL m	32,200	32,690	33,574	31,385	29,370	28,438
Wetted Area m <sup>2</sup>	7237,250	7245,105	7277,152	7098,414	7320,974	7649,553
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5420,175	5499,561	5651,923	5399,117	5195,623	4654,694
Prismatic coeff. (Cp)	0,823	0,826	0,837	0,849	0,810	0,795
Block coeff. (Cb)	0,783	0,614	0,490	0,460	0,438	0,436
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99,765	99,767	99,771	99,777	99,783	99,792
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	99,923	99,884	99,660	98,933	98,339	98,126
Max deck inclination deg	0,2591	10,0028	20,0008	30,0002	40,0000	50,0000
Trim angle (+ve by stern) deg	0,2591	0,2424	0,1930	0,1351	0,0673	-0,0139

Grafica GZ:



Draft Amidships m	6,728
Displacement t	35020
Heel deg	0,0
Draft at FP m	6,293
Draft at AP m	7,163
Draft at LCF m	6,714
Trim (+ve by stern) m	0,870
WL Length m	190,608
Beam max extents on WL m	32,200
Wetted Area m <sup>2</sup>	7237,327
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5420,108
Prismatic coeff. (Cp)	0,823
Block coeff. (Cb)	0,783
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,976
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,883
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	99,777
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	99,924
KB m	3,485
KG fluid m	8,736
BMt m	12,386
BML m	387,985
GMt corrected m	7,135
GML m	382,734
KMt m	15,871
KML m	391,466
Immersion (TPc) tonne/cm	55,556
MTc tonne.m	692,322
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	4360,983
Max deck inclination deg	0,2574
Trim angle (+ve by stern) deg	0,2574

#### 5.5.4. Tabla resumen de los criterios.

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	1,0334	Pass	+1778,95
2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	1,7898	Pass	+1888,68
2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,7564	Pass	+2421,21
2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	4,915	Pass	+2357,50
2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	49,1	Pass	+96,36
2.2.4: Initial GMt	0,150	m	7,136	Pass	+4657,33
2.3: Severe wind and rolling				Pass	
Angle of steady heel shall not be greater than (<=)	16,0	deg	0,3	Pass	+97,92
Area1 / Area2 shall not be less than (>=)	100,00	%	464,99	Pass	+364,99

#### 5.5.5. Conclusiones.

Al igual que las condiciones anteriores, esta condición también cumple con todos los criterios establecidos.

	MARPOL	SALIDA PLENA CARGA
Tm >	5,886	6,728
Tpopa >	6,1	7,163
Asiento <	2,915	0,870

## 5.6. Condición de Estabilidad. Buque al calado de francobordo.

### 5.6.1. Descripción.

Esta condición será la misma que la primera, “Salida a plena carga”. Con la totalidad de la carga, provisiones y combustibles. Con la diferencia de que en este caso es una condición hipotética, que se hará para comprobar si el calado de verano calculado en el cuaderno 9 (T=14,40 m), cumple con los criterios de estabilidad.

Por tanto, aumentaremos el desplazamiento para llegar a conseguir un calado de 14,40 m.

### 5.6.2. Tabla de pesos y centros de gravedad.

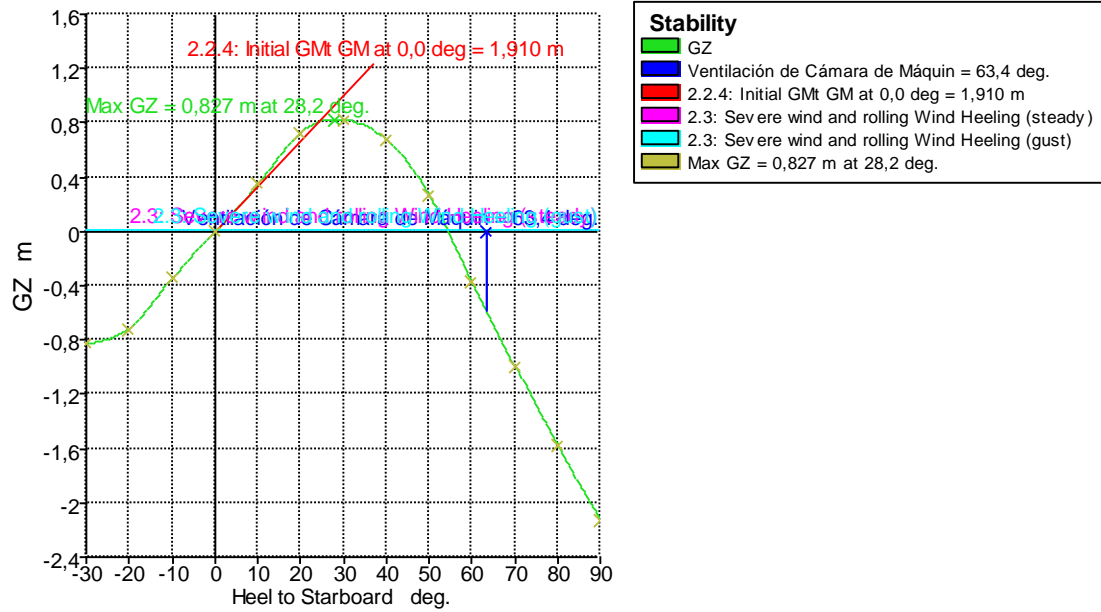
NOMBRE	%	Ud. Masa t	Masa Total m	XG m	KG m	M <sub>SL</sub> t.m	TIPO	NOMBRE
Rosca	1	13400,000	13400,000	92,263	0,000	11,563	0,000	
TOTAL PESO ROSCA			13400,000	92,263	0,000	11,563	0,000	
T. LASTRE DC Y DF N°1 ER	0%	1857,767	0,000	161,358	1,525	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°1 BR	0%	1857,767	0,000	161,358	-1,525	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°2 ER	0%	1560,238	0,000	146,722	4,917	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°2 BR	0%	1560,238	0,000	146,722	-4,917	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°3 ER	0%	1557,594	0,000	123,001	4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°3 BR	0%	1557,594	0,000	123,001	-4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°4 ER	0%	1555,303	0,000	99,001	4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°4 BR	0%	1555,303	0,000	99,001	-4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°5 ER	0%	1553,326	0,000	75,001	4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°5 BR	0%	1553,326	0,000	75,001	-4,976	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°6 ER	0%	1518,664	0,000	57,730	4,245	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF N°6 BR	0%	1518,664	0,000	57,730	-4,245	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF SLOP ER	0%	445,188	0,000	36,289	0,013	0,000	0,000	User Specified
T. LASTRE DC Y DF SLOP BR	0%	445,188	0,000	36,289	-0,013	0,000	0,000	User Specified
PIQUE DE PROA	0%	236,839	0,000	190,980	0,000	0,177	0,000	User Specified
PIQUE DE POPA	0%	349,790	0,000	6,517	0,000	0,146	0,000	User Specified
T. AGUA DE LASTRE POPA BR	0%	341,789	0,000	1,863	-3,319	11,800	0,000	User Specified
T. AGUA DE LASTRE POPA ER	0%	341,789	0,000	1,863	3,319	11,800	0,000	User Specified
TOTAL LASTRE	0%	21366,367	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
T. CARGA N°1 ER	97%	4339,915	4209,718	170,349	5,528	10,847	3412,249	IMO A.749(18)
T. CARGA N°1 BR	97%	4339,915	4209,718	170,349	-5,528	10,847	3412,249	IMO A.749(18)
T. CARGA N°2 ER	97%	5301,388	5142,347	146,796	6,684	10,593	4863,233	IMO A.749(18)
T. CARGA N°2 BR	97%	5301,388	5142,347	146,796	-6,684	10,593	4863,233	IMO A.749(18)
T. CARGA N°3 ER	97%	5569,674	5402,584	122,997	7,016	10,478	5237,040	IMO A.749(18)
T. CARGA N°3 BR	97%	5569,674	5402,584	122,997	-7,016	10,478	5237,040	IMO A.749(18)
T. CARGA N°4 ER	97%	5569,674	5402,584	99,003	7,016	10,478	5237,040	IMO A.749(18)
T. CARGA N°4 BR	97%	5569,674	5402,584	99,003	-7,016	10,478	5237,040	IMO A.749(18)
T. CARGA N°5 ER	97%	5564,376	5397,445	75,001	7,009	10,486	5229,569	IMO A.749(18)
T. CARGA N°5 BR	97%	5564,376	5397,445	75,001	-7,009	10,486	5229,569	IMO A.749(18)
T. CARGA N°6 ER	97%	5508,142	5342,898	51,041	6,940	10,543	5150,493	IMO A.749(18)
T. CARGA N°6 BR	97%	5508,142	5342,898	51,041	-6,940	10,543	5150,493	IMO A.749(18)
T. SLOP ER	97%	1008,153	977,908	35,109	9,109	11,023	373,330	IMO A.749(18)
T. SLOP BR	97%	1008,153	977,908	35,109	-9,109	11,023	373,330	IMO A.749(18)
TOTAL CARGA	97%	65722,644	63750,968	106,139	0,000	10,574	59005,907	

NOMBRE	%	Ud. Masa t	Masa Total m	XG m	KG m	M <sub>SL</sub> t.m	TIPO	NOMBRE
T. ALMACEN 1 FO ER	100%	362,762	362,762	35,000	2,500	6,900	0,000	User Specified
T. ALMACEN 1 FO BR	100%	362,762	362,762	35,000	-2,500	6,900	0,000	User Specified
T. ALMACEN FO 2 BR	97%	223,740	217,028	28,908	-7,777	13,605	1246,039	IMO A.749(18)
T. ALMACEN FO 2 ER	97%	223,740	217,028	28,908	7,777	13,605	1246,039	IMO A.749(18)
T. SEDIMENTACIÓN FO BR	100%	30,317	30,317	28,900	-1,000	17,450	0,000	User Specified
T. SEDIMENTACIÓN FO ER	100%	30,317	30,317	28,900	1,000	17,450	0,000	User Specified
T. UD FO BR	100%	30,317	30,317	28,900	-3,000	17,450	0,000	User Specified
T. UD FO ER	100%	30,317	30,317	28,900	3,000	17,450	0,000	User Specified
TOTAL FO	98,96%	1294,271	1280,847	32,358	0,000	10,171	2492,077	
T. ALMACÉN DO ER	97%	121,834	118,179	35,000	2,500	13,595	67,911	IMO A.749(18)
T. ALMACÉN DO BR	97%	121,834	118,179	35,000	-2,500	13,595	67,911	IMO A.749(18)
T. SEDIMENTACIÓN DO	100%	13,484	13,484	28,900	-4,500	17,450	0,000	User Specified
T. UD DO	100%	13,484	13,484	28,900	4,500	17,450	0,000	User Specified
TOTAL DO	97,3%	270,635	263,325	34,375	0,000	13,989	135,821	
T. AGUA DULCE BR	100%	46,729	46,729	3,966	-10,633	18,132	0,000	User Specified
T. AGUA DULCE ER	100%	46,729	46,729	3,966	10,633	18,132	0,000	User Specified
TOTAL AGUA DULCE	100%	93,459	93,459	3,966	0,000	18,132	0,000	
T. ACEITE HIDRÁULICO/TERMICO	97%	28,614	27,756	13,576	0,000	1,187	63,579	IMO A.749(18)
T. ACEITE LUBRICANTE	97%	99,024	96,053	18,848	0,000	1,069	246,822	IMO A.749(18)
TOTAL ACEITE	97%	127,638	123,809	17,666	0,000	1,095	310,401	
T. LODOS	100%	28,100	28,100	23,652	0,000	1,050	0,000	User Specified
T. REBOSE	0%	18,914	0,000	25,420	0,000	0,000	0,000	User Specified
T. AGUAS RESIDUALES	0%	5,429	0,000	26,455	0,000	0,000	0,000	User Specified
Víveres	1	2,500	2,500	12,750	-3,550	20,900	0,000	User Specified
Tripulantes	1	2,600	2,600	20,850	0,000	28,400	0,000	User Specified
Respectos	1	150,000	150,000	19,100	0,000	10,700	0,000	User Specified
Cargos y efectos	1	100,000	100,000	40,000	0,000	19,400	0,000	User Specified
TOTAL P.FIJOS+VÍVERES			283,200	26,892	-0,031	13,067	0,000	
Total Loadcase			79195,608	101,817	0,000	10,749	61944,207	
FS correction						0,782		
VCG flui						11,531		

### 5.6.3. Resultados y gráficas.

Heel to Starboard deg	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
GZ m	0,000	0,345	0,720	0,824	0,676	0,265
Area under GZ curve from zero heel m.rad	0,0000	0,0290	0,1238	0,2629	0,3974	0,4835
Displacement t	79196	79196	79196	79196	79194	79196
Draft at FP m	15,670	15,676	15,800	16,504	17,777	20,014
Draft at AP m	13,123	13,090	12,956	13,032	13,750	15,176
WL Length m	198,854	198,855	199,079	205,025	205,026	205,026
Beam max extents on WL m	32,200	32,697	33,972	32,629	28,681	26,791
Wetted Area m <sup>2</sup>	10425,262	10431,992	11277,441	12114,745	12502,476	12726,130
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5823,413	5906,148	5796,577	5199,079	4840,985	4512,518
Prismatic coeff. (Cp)	0,802	0,802	0,804	0,790	0,803	0,786
Block coeff. (Cb)	0,773	0,693	0,604	0,559	0,592	0,600
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	101,874	101,871	101,875	101,885	101,888	101,896
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	95,559	95,637	93,654	94,917	96,547	97,957
Max deck inclination deg	0,7536	10,0281	20,0150	30,0120	40,0087	50,0062
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,7536	-0,7652	-0,8418	-1,0274	-1,1916	-1,4315

## Grafica GZ:



Draft Amidships m	14,396
Displacement t	79192
Heel deg	0,0
Draft at FP m	15,662
Draft at AP m	13,129
Draft at LCF m	14,379
Trim (+ve by stern) m	-2,533
WL Length m	198,853
Beam max extents on WL m	32,200
Wetted Area m <sup>2</sup>	10425,153
Waterpl. Area m <sup>2</sup>	5823,497
Prismatic coeff. (Cp)	0,803
Block coeff. (Cb)	0,773
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,991
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,909
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	101,860
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	95,555
KB m	7,469
KG fluid m	11,531
BMt m	5,972
BML m	211,205
GMt corrected m	1,910
GML m	207,143
KMt m	13,441
KML m	218,657
Immersion (TPc) tonne/cm	59,691
MTc tonne.m	847,315
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	2639,741
Max deck inclination deg	0,7495
Trim angle (+ve by stern) deg	-0,7495



#### 5.6.4. Tabla resumen de los criterios.

Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
2.2.1: Area 0 to 30	0,0550	m.rad	0,2629	Pass	+378,04
2.2.1: Area 0 to 40	0,0900	m.rad	0,3974	Pass	+341,51
2.2.1: Area 30 to 40	0,0300	m.rad	0,1344	Pass	+348,12
2.2.2: Max GZ at 30 or greater	0,200	m	0,824	Pass	+312,00
2.2.3: Angle of maximum GZ	25,0	deg	28,2	Pass	+12,73
2.2.4: Initial GMt	0,150	m	1,910	Pass	+1173,33
2.3: Severe wind and rolling				Pass	
Angle of steady heel shall not be greater than ( $\leq$ )	16,0	deg	0,2	Pass	+98,56
Area1 / Area2 shall not be less than ( $\geq$ )	100,00	%	594,33	Pass	+494,33

#### 5.6.5. Conclusiones.

Finalmente, comprobamos que esta hipotética condición cumple con todos los criterios de estabilidad, por lo que en caso de necesidad, podríamos agotar todo el francobordo.

	MARPOL	CONDICIÓN FRANCOBORDO
T <sub>m</sub> >	5,886	14,400
T <sub>popa</sub> >	6,100	13,129
Asiento <	2,915	- 2,530

#### 5.7. Tabla resumen final:

A continuación, se muestra una tabla resumen con el desplazamiento, calado medio, criterios, momentos escorantes debido al viento de cada condición.

	Requerido	SALIDA A PLENA CARGA	LLEGADA A PLENA CARGA	SALIDA EN LASTRE	LLEGADA EN LASTRE	LASTRE MARPOL	COND. FRANCOBORDO
$\Delta$ (t)		68683	67148	36775	35252	35020	70192
T <sub>m</sub> (m)	> 5,886	12,613	12,358	7,068	6,773	6,728	14,400
T <sub>popa</sub> (m)	> 6,1	12,349	11,484	8,379	7,333	7,163	13,129
Asiento (m)	< 2,915	-0,528	-1,749	2,620	1,120	0,870	-2,530
GM <sub>inicial</sub> (m)	$\geq$ 0,15	1,773	1,720	6,678	6,984	7,136	1,910
GZ <sub>30</sub> (m*rad)	$\geq$ 0,055	0,287	0,284	0,978	1,016	1,034	0,263
GZ <sub>40</sub> (m*rad)	$\geq$ 0,09	0,506	0,509	1,714	1,764	1,790	0,397
GZ <sub>40</sub> -GZ <sub>30</sub> (m*rad)	$\geq$ 0,03	0,219	0,226	0,736	0,748	0,756	0,134
GZ <sub>máximo para 30 o mayor</sub> (m)	$\geq$ 0,2	1,283	1,330	4,795	4,868	4,917	0,824
Ángulo GZ <sub>máximo</sub> (°)	$\geq$ 25	37,300	37,300	48,200	49,100	49,100	28,200
$\varphi_0$ (°)	$\leq$ 16	0,400	0,400	0,300	0,300	0,300	0,200
b/a	$\geq$ 1	9,808	10,374	5,020	4,707	4,651	5,943

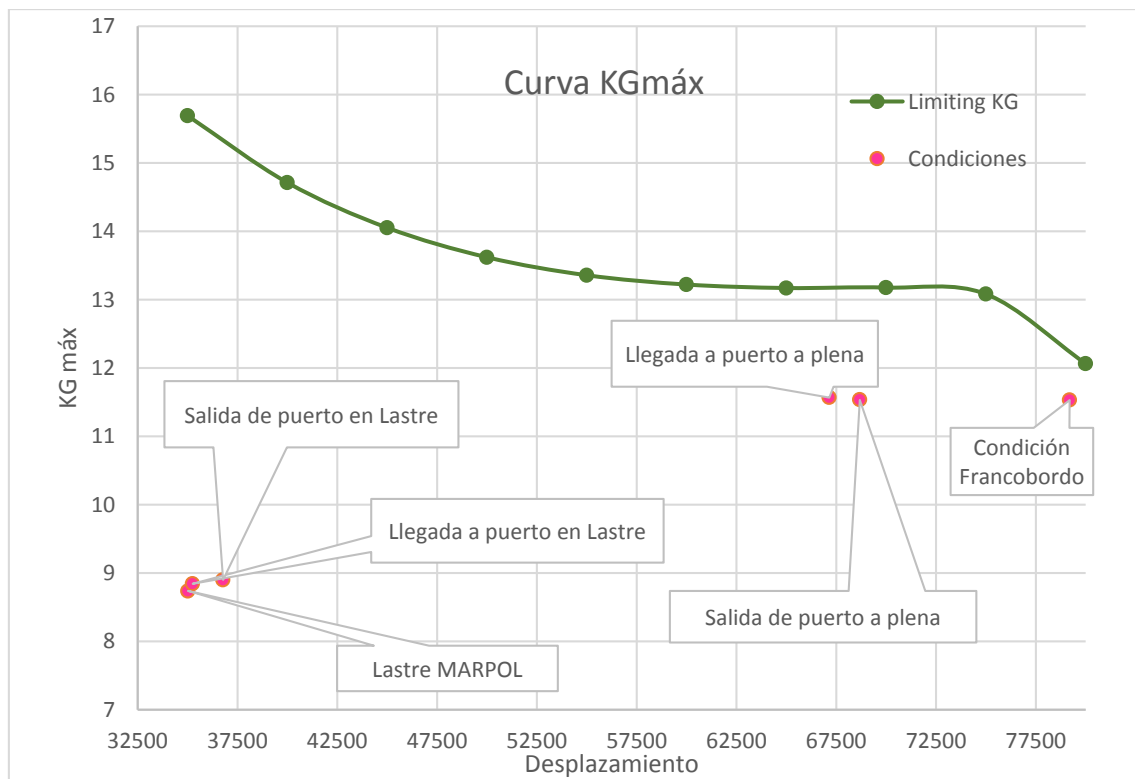


## 6. CURVA DE KG MÁXIMOS.

El cálculo del  $KG_{\text{máx}}$  tiene por objeto determinar la altura máxima que puede tener el centro de gravedad del buque de manera que cumpla con unos determinados criterios de estabilidad.

El procedimiento de cálculo consiste en determinar para cada valor de desplazamiento el valor del  $KG_{\text{máx}}$  compatible con cada una de las condiciones impuestas por el criterio de estabilidad, determinando el menor de ellos.

En la siguiente gráfica vemos representada la curva de  $KG_{\text{máx}}$ , de las condiciones anteriormente estudiadas:



## **7. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DESPUÉS DE AVERÍAS.**

### **7.1. Método determinístico.**

Según lo establecido en el Convenio SOLAS 74/88, en su capítulo II-1, parte B-1, “Lo prescrito en esta parte se aplicará a los buques de eslora superior a 100 m, excluidos los buques que se demuestre que cumplen con las reglas sobre compartimentado y estabilidad con avería que figuran en otros instrumentos elaborados por la Organización”.

En la nota adjunta se señala que “Los buques que cumplan con Anexo I del MARPOL 73/78 podrán quedar exentos de la aplicación de la parte B-1”.

El reglamento de la Organización Marítima Internacional requiere un cálculo de estabilidad en averías tanto para los convenios MARPOL, SOLAS y Línea de Carga. Por supuesto, los tres cálculos son análogos y el cumplimiento de lo requerido garantiza la supervivencia de la unidad bajo las condiciones consideradas en cualquiera de los tres convenios.

Para este proyecto se ha realizado el cálculo de estabilidad en averías correspondiente a MARPOL 73/78/90, Regla 25.

#### **7.1.1. MARPOL Regla 25/3. Requisitos a cumplir.**

##### *Regla 25 (Compartimentado y estabilidad)*

1. Todo petrolero nuevo cumplirá con los criterios de compartimentado y estabilidad después de avería especificados en el párrafo 3) de esta regla, después de la avería supuesta en el costado o en el fondo especificada en el párrafo 2) de esta regla, para cualquier calado de servicio que refleje las condiciones reales de carga parcial o completa compatibles con el asiento y resistencia del buque y los pesos especificados de la carga. Se aplicará dicha resistencia del buque y los pesos específicos de la carga. Se aplicará dicha avería en cualquier punto concebible de la eslora del buque, del modo siguiente:
  - a) En petroleros de eslora superiores a 225 m, en cualquier punto de la eslora del buque;

- b) En petroleros de eslora superior a 150 m, pero que no exceda de 225 m, en cualquier punto de la eslora del buque excepto donde la avería afectaría un mamparo popel o proal que limite el espacio de máquinas situado a popa. El espacio de máquinas será tratado como si fuera un solo compartimento inundable;
  - c) En petroleros que no excedan de 150 m de eslora, en cualquier punto de la eslora del buque entre mamparos transversales adyacentes, exceptuándose el espacio de máquinas. En el caso de petroleros de 100 m de eslora o menos, cuando no puedan cumplirse todas las prescripciones del párrafo 3) de esta regla sin menoscabar materialmente las características operativas del buque, las Administraciones podrán permitir una aplicación menos rigurosa de dichas prescripciones.
2. Se considerará que los petroleros cumplen los criterios de estabilidad después de avería si se satisfacen los siguientes requisitos:
- a) La flotación final, teniendo en cuenta la inmersión, la escora y el asiento queda por debajo del canto inferior de cualquier abertura por la cual pueda producirse una inundación progresiva. Dichas aberturas incluirán los respiros y las que se cierren por medio de puertas o tapas de escotilla estancas a la intemperie y podrán excluir las aberturas cerradas por medio de tapas de registros y tapas a ras de cubierta estancas, las pequeñas tapas de escotilla estancas de tanques de carga que mantengan la alta integridad de la cubierta, las puertas estancas correderas maniobrables a distancia y los portillos laterales de cierre permanente.
  - b) En la etapa final de la inundación, el ángulo de escora producido por la inundación asimétrica no excederá de 25°; pero dicho ángulo podrá aumentarse hasta 30° si no se produce inmersión del canto de la cubierta.
  - c) Se investigará la estabilidad en la fase de inundación y cabrá considerarla como suficiente si la curva de brazos adrizantes tiene

un alcance mínimo de 20° más allá de la posición de equilibrio, con un brazo adrizante residual máximo de por lo menos 0,1 m dentro de ese margen de 20°; el área que quede bajo la curva dentro de tal margen no será inferior a 0,0175 m.rad. Las aberturas no protegidas no deberán quedar sumergidas cuando se esté dentro de dicho margen, a menos que el espacio de que se trate se suponga inundado. Dentro del citado margen podrá permitirse la inmersión de las aberturas enumeradas en el apartado a) del presente párrafo y de las demás aberturas que puedan cerrarse de manera estanca a la intemperie.

- d) La Administración quedará satisfecha de que la estabilidad es suficiente durante las etapas intermedias de inundación.
- e) No se tomarán en consideración, dado que existan, las disposiciones de equilibrado que necesiten mecanismos auxiliares tales como válvulas o tuberías de adrizamiento transversal, para reducir el ángulo de escora o alcanzar el margen mínimo de estabilidad residual señalado en los apartados a), b) y c) del presente párrafo, y deberá mantenerse estabilidad residual suficiente en todas las fases del equilibrado cuando se esté tratando de conseguir éste. Cabrá considerar que los espacios unidos por conductos de gran área de sección transversal son comunes.

### 7.1.2. Tipos de averías según la Regla 25 de MARPOL.

#### a) Avería en el costado

i) Extensión longitudinal:	$\frac{1}{3}L^{\frac{2}{3}}$ o bien 14,5 m, si este valor es menor
ii) Extensión transversal (hacia el interior del buque, desde el costado perpendicularmente al eje longitudinal, al nivel de la línea de carga de asignado):	$\frac{B}{5}$ o bien 11,5 m si este valor es menor
iii) Extensión vertical:	Desde la línea de trazado de la chapa del forro del fondo en el eje longitudinal, hacia arriba, sin límite

b) Avería en el fondo

	A 0,3-L de la perpendicular de proa del buque	En cualquier otra parte del buque
i) Extensión longitudinal:	$\frac{1}{3}L^{\frac{2}{3}}$ o bien 14,5 m, si este valor es menor	$\frac{1}{3}L^{\frac{2}{3}}$ o bien 5 m, si este valor es menor
ii) Extensión transversal:	$\frac{B}{6}$ o bien 11,5 m si este valor es menor	$\frac{B}{6}$ o bien 5 m si este valor es menor
iii) Extensión vertical:	$\frac{B}{15}$ o bien 6 m, si este valor es menor, midiendo desde la línea de trazado de la chapa del forro del fondo en el eje longitudinal	$\frac{B}{15}$ o bien 6 m, si este valor es menor, midiendo desde la línea de trazado de la chapa del forro del fondo en el eje longitudinal

	Avería en el costado	Avería en el fondo	
		A 0,03L de la perpendicular de proa	En cualquier otra parte
Extensión Longitudinal	11,16	11,16	5
Extensión Transversal	6,44	5,37	5
Extensión Vertical	Sin límite	2,14	2,14

7.1.3. Permeabilidades de los espacios inundados.

Las permeabilidades supuestas respecto de los espacios inundados después de avería serán las siguientes:

Espacios	Permeabilidad
Asignados a pertrechos	0,6
Ocupados como alojamientos	0,95
Ocupados por maquinaria	0,85
Espacios perdidos	0,95
Destinados a líquidos consumibles	0 a 0,95
Destinados a otros líquidos	0 a 0,95

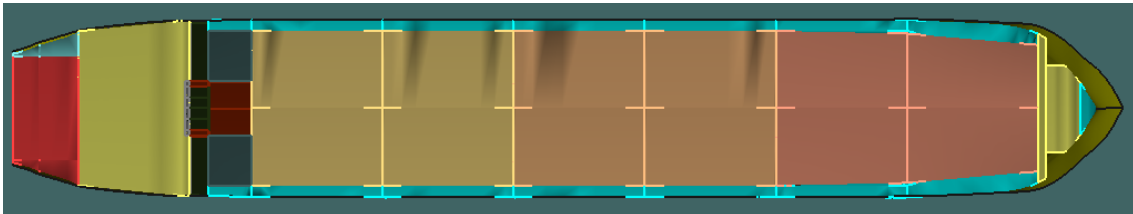
#### 7.1.4. Tanques afectados en cada avería.

A continuación se muestra una tabla con las averías establecidas, en función de la avería supuesta, y más adelante un croquis donde podemos ver marcado en rojo, los tanques dañados, en cada una de las averías. Estas imágenes se han sacado directamente del programa “Maxsurf Stabiliy Interprise”.

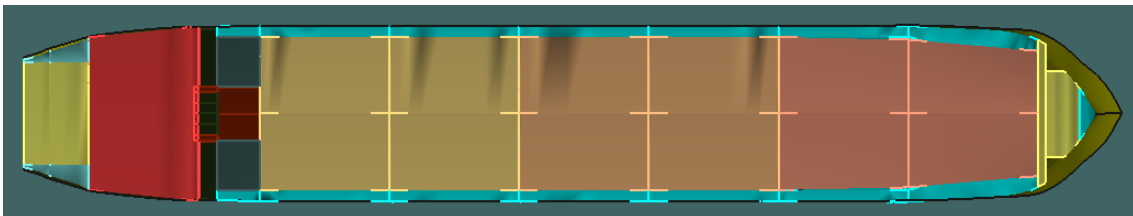
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
T. LASTRE DC Y DF N°1 ER															X	X	X	
T. LASTRE DC Y DF N°1 BR																		
T. LASTRE DC Y DF N°2 ER													X	X	X			
T. LASTRE DC Y DF N°2 BR																		
T. LASTRE DC Y DF N°3 ER											X	X	X					
T. LASTRE DC Y DF N°3 BR																		
T. LASTRE DC Y DF N°4 ER									X	X	X							
T. LASTRE DC Y DF N°4 BR																		
T. LASTRE DC Y DF N°5 ER							X	X	X									
T. LASTRE DC Y DF N°5 BR																		
T. LASTRE DC Y DF N°6 ER					X	X	X											
T. LASTRE DC Y DF N°6 BR																		
T. LASTRE DC Y DF SLOP ER				X	X													
T. LASTRE DC Y DF SLOP BR																		
T. CARGA N°1 ER															X	X	X	
T. CARGA N°1 BR																		
T. CARGA N°2 ER													X	X	X			
T. CARGA N°2 BR																		
T. CARGA N°3 ER											X	X	X					
T. CARGA N°3 BR																		
T. CARGA N°4 ER									X	X	X							
T. CARGA N°4 BR																		
T. CARGA N°5 ER							X	X	X									
T. CARGA N°5 BR																		
T. CARGA N°6 ER					X	X	X											
T. CARGA N°6 BR																		
T. SLOP ER				X	X													
T. SLOP BR																		
T. ALMACEN 1 FO ER				X														
T. ALMACEN 1 FO BR																		
T. ALMACÉN DO ER				X														
T. ALMACÉN DO BR																		
Cámara de Máquinas		X	X	X														
T. ACEITE HIDRÁULICO/TERMICO		X																

T. ACEITE LUBRICANTE		X																	
T. LODOS		X																	
T. REBOSE		X	X																
T. AGUAS RESIDUALES		X																	
PIQUE DE POPA	X																		
T. AGUA DE LASTRE POPA BR																			
T. AGUA DE LASTRE POPA ER	X																		
LOCAL DEL SERVO	X																		
T. AGUA DULCE BR																			
T. AGUA DULCE ER	X																		
T. ALMACEN FO 2 BR																			
T. ALMACEN FO 2 ER			X	X															
T. SEDIMENTACIÓN FO BR																			
T. SEDIMENTACIÓN FO ER			X																
T. UD FO BR																			
T. UD FO ER			X	X															
T. SEDIMENTACIÓN DO																			
T. UD DO			X	X															
Cámara de Bombas			X	X															
Local Hélice de Proa																	X	X	
PIQUE DE PROA																	X	X	
Cofferdam																		X	

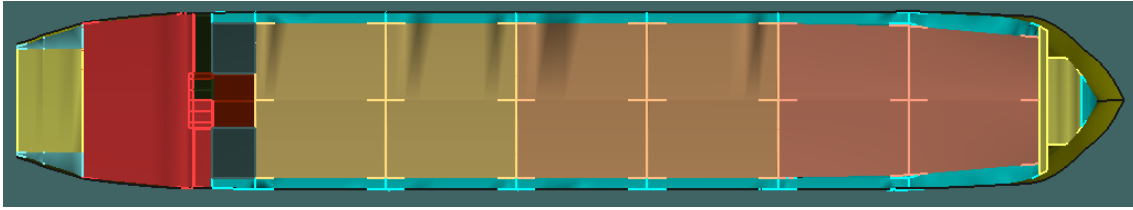
### Avería 1



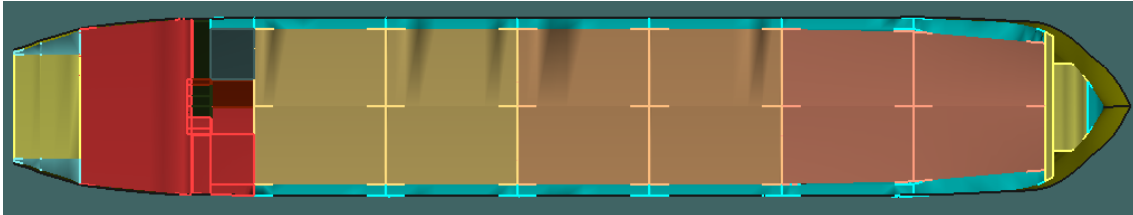
### Avería 2



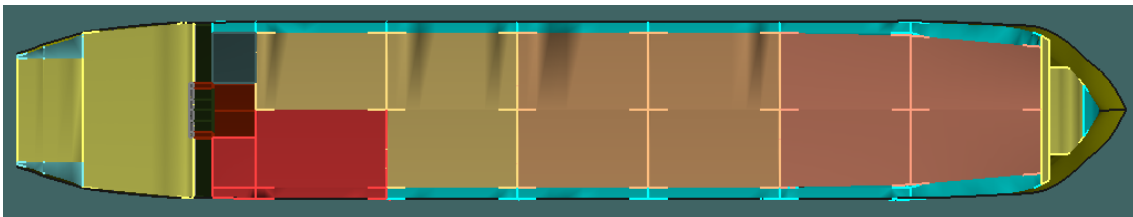
Avería 3



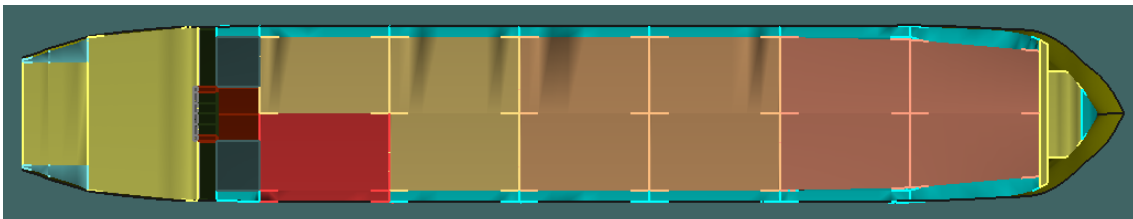
Avería 4



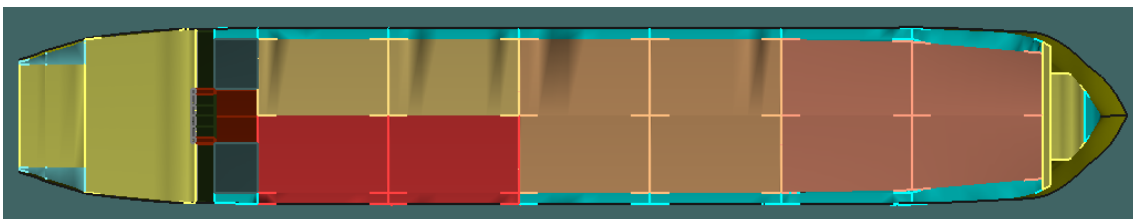
Avería 5



Avería 6

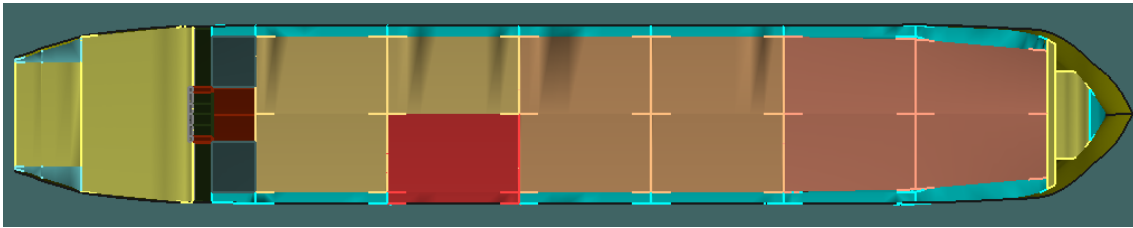


Avería 7

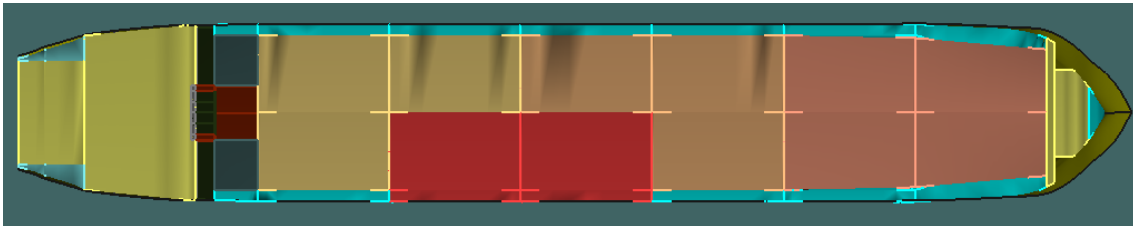




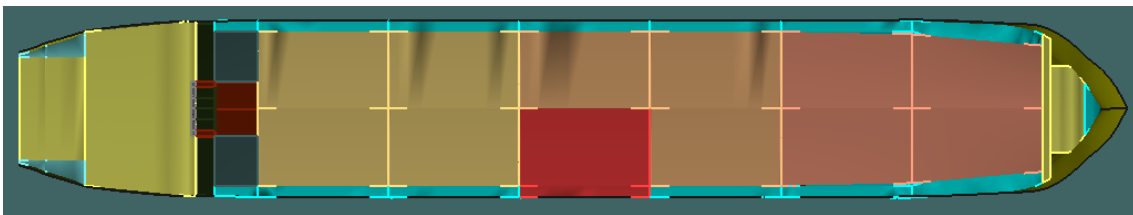
Avería 8



Avería 9



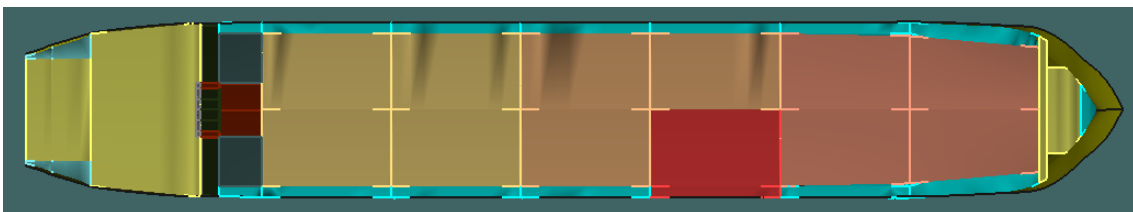
Avería 10



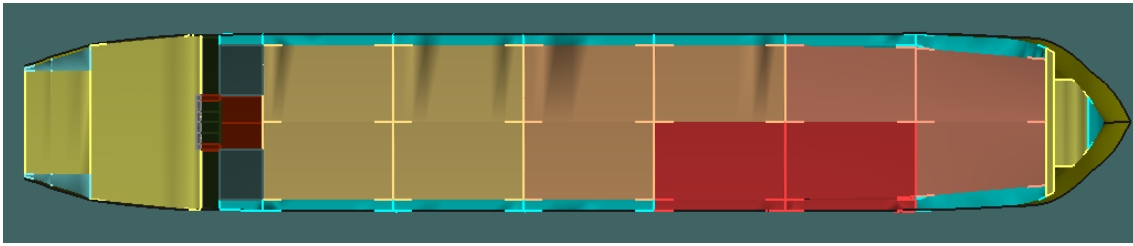
Avería 11



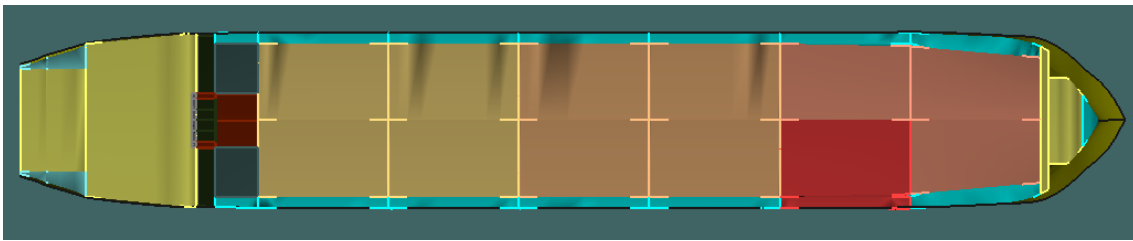
Avería 12



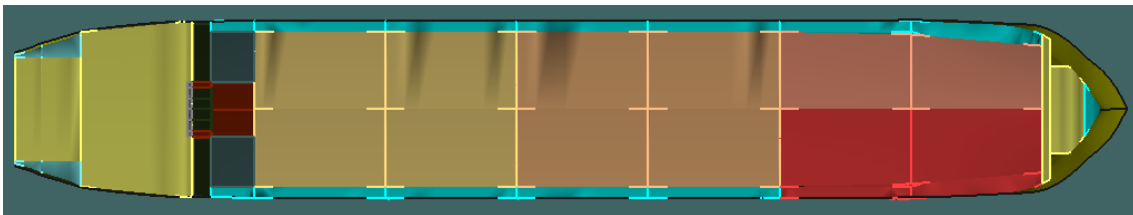
Avería 13



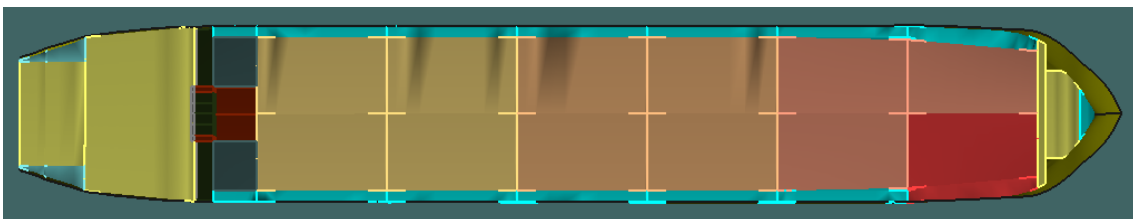
Avería 14



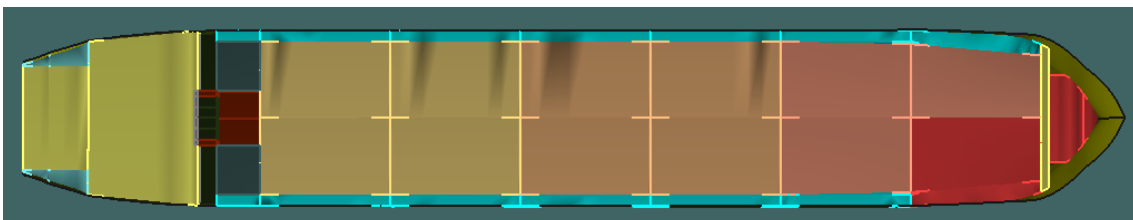
Avería 15



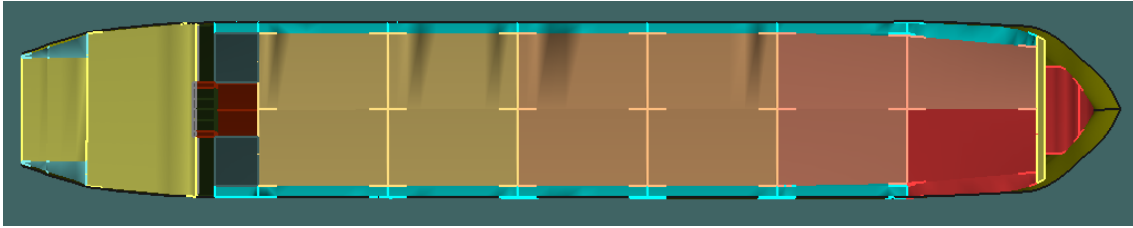
Avería 16



Avería 17



## Avería 18



### 7.1.5. Resultados del método determinístico.

A continuación, se presentan unas tablas resumen de los resultados. No se han adjuntado los resultados completos debido a su gran tamaño.

#### 7.1.5.1. CONDICIÓN 1. Salida a plena carga.

##### Avería 1:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,1	Pass	+200,61
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,734	Pass	+634,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1182	Pass	+575,13

##### Avería 2:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	49,4	Pass	+146,98
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,733	Pass	+633,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1202	Pass	+586,91

##### Avería 3:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	47,5	Pass	+137,28
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,748	Pass	+648,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1232	Pass	+603,92

##### Avería 4:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	44,1	Pass	+120,27
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,732	Pass	+632,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1227	Pass	+601,05

Avería 5:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	57,5	Pass	+187,70
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,742	Pass	+642,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1184	Pass	+576,48

Avería 6:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	57,5	Pass	+187,45
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,776	Pass	+676,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1242	Pass	+609,50

Avería 7:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	52,0	Pass	+159,87
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,781	Pass	+681,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1323	Pass	+655,75

Avería 8:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	57,1	Pass	+185,38
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,787	Pass	+687,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1265	Pass	+623,02

Avería 9:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	54,5	Pass	+172,43
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,786	Pass	+686,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1314	Pass	+650,65

Avería 10:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	58,0	Pass	+190,18
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,768	Pass	+668,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1229	Pass	+602,41

### Avería 11:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	55,4	Pass	+177,12
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,765	Pass	+665,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1259	Pass	+619,36

### Avería 12:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	57,9	Pass	+189,51
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,763	Pass	+663,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1224	Pass	+599,46

### Avería 13:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	52,4	Pass	+162,12
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,748	Pass	+648,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1293	Pass	+638,60

### Avería 14:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	55,8	Pass	+178,87
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,783	Pass	+683,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1283	Pass	+633,33

### Avería 15:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	46,3	Pass	+131,43
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,680	Pass	+580,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1263	Pass	+621,61

### Avería 16:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	54,9	Pass	+174,62
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,769	Pass	+669,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1278	Pass	+630,47

Avería 17:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	54,0	Pass	+170,04
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,784	Pass	+684,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1347	Pass	+669,69

Avería 18:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,0	Pass	+199,95
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,762	Pass	+662,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1229	Pass	+602,12

**7.1.5.2. CONDICIÓN 2. Llegada a puerto a plena carga.**

Avería 1:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,0	Pass	+200,15
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,717	Pass	+617,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1144	Pass	+553,90

Avería 2:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	55,5	Pass	+177,39
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,723	Pass	+623,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1169	Pass	+568,18

Avería 3:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	52,5	Pass	+162,67
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,737	Pass	+637,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1193	Pass	+581,41

Avería 4:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	46,7	Pass	+133,30
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,738	Pass	+638,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1230	Pass	+603,10

Avería 5:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	59,0	Pass	+194,88
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,699	Pass	+599,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1097	Pass	+526,62

Avería 6:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	58,4	Pass	+191,98
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,745	Pass	+645,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1174	Pass	+570,98

Avería 7:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	55,4	Pass	+176,84
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,764	Pass	+664,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1224	Pass	+599,27

Avería 8:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	57,6	Pass	+188,15
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,766	Pass	+666,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1212	Pass	+592,41

Avería 9:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	55,5	Pass	+177,40
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,773	Pass	+673,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1244	Pass	+610,57

Avería 10:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	58,4	Pass	+191,87
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,749	Pass	+649,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1185	Pass	+577,04

Avería 11:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	55,9	Pass	+179,35
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,755	Pass	+655,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1209	Pass	+590,86

Avería 12:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	58,0	Pass	+189,82
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,750	Pass	+650,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1189	Pass	+579,35

Avería 13:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	52,2	Pass	+161,00
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,764	Pass	+664,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1282	Pass	+632,33

Avería 14:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	55,5	Pass	+177,28
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,785	Pass	+685,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1265	Pass	+622,80

Avería 15:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	45,6	Pass	+127,92
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,716	Pass	+616,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1314	Pass	+650,80

Avería 16:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	54,3	Pass	+171,60
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,777	Pass	+677,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1270	Pass	+625,51



Avería 17:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	53,4	Pass	+166,89
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,798	Pass	+698,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1350	Pass	+671,35

Avería 18:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,0	Pass	+200,02
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	0,749	Pass	+649,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,1201	Pass	+586,33

**7.1.5.3. CONDICIÓN 3. Salida de puerto en lastre.**

Avería 1:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,4	Pass	+202,18
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,566	Pass	+2466,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4331	Pass	+2375,08

Avería 2:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,0	Pass	+200,01
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,470	Pass	+2370,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4168	Pass	+2281,93

Avería 3:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,4	Pass	+202,21
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,469	Pass	+2369,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4192	Pass	+2295,63

Avería 4:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,3	Pass	+201,54
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,453	Pass	+2353,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4167	Pass	+2281,18

Avería 5:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	58,6	Pass	+192,79
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,399	Pass	+2299,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4001	Pass	+2186,47

Avería 6:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	58,8	Pass	+193,78
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,453	Pass	+2353,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4101	Pass	+2243,22

Avería 7:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	56,7	Pass	+183,53
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,383	Pass	+2283,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,3920	Pass	+2139,80

Avería 8:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	59,0	Pass	+195,07
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,437	Pass	+2337,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4071	Pass	+2226,29

Avería 9:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	57,6	Pass	+188,25
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,330	Pass	+2230,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,3831	Pass	+2089,25

Avería 10:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	59,3	Pass	+196,57
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,415	Pass	+2315,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4035	Pass	+2205,48

### Avería 11:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	58,3	Pass	+191,50
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,259	Pass	+2159,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,3722	Pass	+2026,95

### Avería 12:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	59,6	Pass	+197,78
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,387	Pass	+2287,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,3990	Pass	+2180,05

### Avería 13:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	59,2	Pass	+196,03
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,178	Pass	+2078,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,3611	Pass	+1963,24

### Avería 14:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,2	Pass	+200,91
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,372	Pass	+2272,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,3980	Pass	+2174,44

### Avería 15:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	62,7	Pass	+213,55
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,145	Pass	+2045,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,3652	Pass	+1986,68

### Avería 16:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	62,3	Pass	+211,72
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,417	Pass	+2317,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4101	Pass	+2243,40

Avería 17:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	62,3	Pass	+211,29
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,430	Pass	+2330,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4123	Pass	+2256,23

Avería 18:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,0	Pass	+200,01
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,537	Pass	+2437,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4275	Pass	+2343,02

**7.1.5.4. CONDICIÓN 4. Llegada a puerto en lastre.**

Avería 1:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,3	Pass	+201,65
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,678	Pass	+2578,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4534	Pass	+2491,07

Avería 2:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,0	Pass	+200,01
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,574	Pass	+2474,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4347	Pass	+2384,18

Avería 3:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,1	Pass	+200,27
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,568	Pass	+2428,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4353	Pass	+2387,55

Avería 4:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	59,8	Pass	+198,77
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,528	Pass	+2428,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4288	Pass	+2350,22

### Avería 5:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	59,4	Pass	+196,80
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,461	Pass	+2361,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4119	Pass	+2253,89

### Avería 6:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	59,3	Pass	+196,57
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,528	Pass	+2428,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4239	Pass	+2322,27

### Avería 7:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	57,9	Pass	+189,33
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,404	Pass	+2304,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,3968	Pass	+2167,56

### Avería 8:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	59,4	Pass	+197,06
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,522	Pass	+2422,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4225	Pass	+2314,08

### Avería 9:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	58,4	Pass	+192,07
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,384	Pass	+2284,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,3939	Pass	+2150,77

### Avería 10:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	59,5	Pass	+197,75
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,509	Pass	+2409,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4204	Pass	+2302,49

Avería 11:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	58,7	Pass	+193,46
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,339	Pass	+2239,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,3871	Pass	+2111,92

Avería 12:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	59,6	Pass	+198,18
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,488	Pass	+2388,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4172	Pass	+2283,94

Avería 13:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	59,2	Pass	+196,06
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,278	Pass	+2178,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,3788	Pass	+2064,74

Avería 14:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,1	Pass	+200,52
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,480	Pass	+2380,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4172	Pass	+2283,84

Avería 15:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	62,4	Pass	+211,80
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,252	Pass	+2152,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,3833	Pass	+2090,08

Avería 16:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	62,2	Pass	+210,82
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,530	Pass	+2430,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4295	Pass	+2354,49

Avería 17:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	62,1	Pass	+210,29
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,545	Pass	+2445,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4320	Pass	+2368,71

Avería 18:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,0	Pass	+200,01
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,646	Pass	+2546,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4470	Pass	+2454,05

### 7.1.5.5. CONDICIÓN 5. Lastre MARPOL.

Avería 1:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,3	Pass	+201,56
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,728	Pass	+2628,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4629	Pass	+2545,28

Avería 2:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,0	Pass	+200,00
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,620	Pass	+2520,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4434	Pass	+2433,43

Avería 3:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	60,0	Pass	+200,00
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,597	Pass	+2497,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4406	Pass	+2417,41

Avería 4:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	89,7	Pass	+348,68
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,559	Pass	+2459,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4344	Pass	+2382,03

### Avería 5:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	89,5	Pass	+347,46
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,505	Pass	+2405,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4203	Pass	+2301,78

### Avería 6:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	89,4	Pass	+347,04
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,574	Pass	+2474,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4324	Pass	+2371,04

### Avería 7:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	88,1	Pass	+340,42
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,440	Pass	+2340,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4042	Pass	+2209,92

### Avería 8:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	89,5	Pass	+347,39
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,568	Pass	+2468,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4312	Pass	+2364,01

### Avería 9:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	88,6	Pass	+342,76
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,426	Pass	+2326,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4023	Pass	+2198,69

### Avería 10:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	89,6	Pass	+347,94
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,557	Pass	+2457,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4294	Pass	+2353,91



### Avería 11:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	88,8	Pass	+343,82
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,386	Pass	+2286,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,3961	Pass	+2163,64

### Avería 12:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	89,6	Pass	+348,25
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,537	Pass	+2437,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4264	Pass	+2336,39

### Avería 13:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	89,2	Pass	+346,06
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,328	Pass	+2228,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,3883	Pass	+2118,99

### Avería 14:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	90,1	Pass	+350,44
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,530	Pass	+2430,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4265	Pass	+2336,94

### Avería 15:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	92,3	Pass	+361,38
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,304	Pass	+2204,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,3921	Pass	+2140,30

### Avería 16:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	92,1	Pass	+360,58
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,581	Pass	+2481,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4384	Pass	+2405,05

### Avería 17:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	92,0	Pass	+360,02
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,597	Pass	+2497,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4410	Pass	+2420,18

### Avería 18:

CÓDIGO	CRITERIO	VALOR	UNIDADES	ACTUAL	CUMPLE	MARGEN %
Regulation 25 3c	3c.i: Range of positive stability including DF	20,0	deg	90,0	Pass	+350,00
Regulation 25 3c	3c.ii: Residual righting lever	0,100	m	2,695	Pass	+2595,00
Regulation 25 3c	3c iii: Area under GZ curve	0,0175	m.rad	0,4561	Pass	+2506,19

## 7.2. Método probabilístico.

A mayores se ha realizado el método probabilístico, aunque no sería necesario ya que al cumplir MARPOL, se cumpliría también con el SOLAS 2009; aun así se realizan los cálculos con el programa “Maxsurf Stability Interprise” para comprobar que cumple también con el citado convenio.

### 7.2.1 Criterios de estabilidad en averías.

En el método probabilístico, el compartimentado del buque se considera suficiente si el índice de compartimentado obtenido A, determinado de acuerdo con la Regla 7, no es inferior al índice de compartimentado prescrito R, calculado de conformidad con la Regla 6, y si, además, los índices parciales A<sub>S</sub>, A<sub>P</sub>, y A<sub>L</sub> no son inferiores a 0,9R para los buques de pasaje y a 0,5R para los buques de carga.

El valor de R para este buque es igual a:

$$R = 1 - \frac{128}{L_s + 152} = 0,6374$$

Siendo L<sub>s</sub> la eslora de compartimentado=201 m.

La estabilidad en averías ha de probarse a 3 calados distintos:

- Calado máximo de compartimentado (d<sub>s</sub>): la flotación relativa al calado correspondiente a la línea de carga de verano que se asigne al buque.

- Calado de servicio en rosca (d<sub>L</sub>): el calado de servicio correspondiente a la carga mínima prevista y a la capacidad correspondiente de los tanques, incluido, no obstante, el lastre que pueda ser necesario para la estabilidad o la inmersión.
- Calado de compartimentado parcial (d<sub>P</sub>): el correspondiente al calado en rosca más el 60% de la diferencia entre el citado calado y el calado máximo de compartimentado.

### 7.2.3. Condiciones de carga para averías.

Para cumplir con los calados anteriormente citados, se han creado 3 condiciones de carga especiales, que son las siguientes:

CONDICIONES	$\Delta$ (t)	CALADO (m)	XG (m)	KG (m)
Condición máximo compartimentado	67100	12,350	101,913	12,000
Condición de compartimentado Parcial	54300	10,146	100,242	10,000
Condición de servicio en rosca	36600	7,016	99,300	9,500

### 7.2.4. Permeabilidades de los espacios inundados.

A efectos de los cálculos de compartimentado y estabilidad con avería, la permeabilidad de cada compartimento en general será la siguiente:

ESPACIOS	PERMEABILIDAD
Destinados a provisiones	0,6
Ocupados como alojamientos	0,95
Ocupados por maquinaria	0,85
Espacios perdidos	0,95
Destinados a líquidos	0 o 0,95, el valor más restrictivo

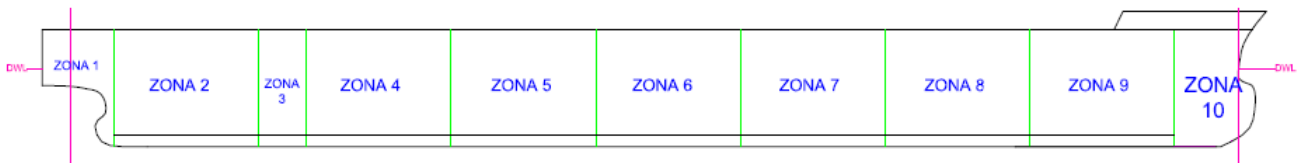
Además, la permeabilidad de cada compartimento o parte de compartimento de carga será la siguiente:

ESPACIOS	Permeabilidad en calado d <sub>S</sub>	Permeabilidad en calado d <sub>P</sub>	Permeabilidad en calado d <sub>L</sub>
Espacios de carga seca	0,7	0,8	0,95
Espacios para contenedores	0,7	0,8	0,95
Espacios de carga rodada	0,9	0,9	0,95
Cargas líquidas	0,7	0,8	0,95

### 7.2.5. Zonas en las que se divide el buque, para el método probabilístico.

El buque en proyecto está dividido en 10 zonas estancas, separadas por los mamparos transversales estancos. Las zonas son las siguientes:

ZONAS	LÍMITE DE POPA (m)	LÍMITE DE PROA (m)
Zona 1	-4,8	7,2
Zona 2	7,2	31
Zona 3	31	39
Zona 4	39	63
Zona 5	63	87
Zona 6	87	111
Zona 7	111	135
Zona 8	135	159
Zona 9	159	183
Zona 10	183	189,9



Croquis de las distintas zonas

### 7.2.6. Resultados del método probabilístico.

En la siguiente tabla podemos ver el análisis realizado con el “Marxurf Stability Intreprise”, en el cual se muestra la A y R para cada una de las 3 condiciones de cargas analizadas.

Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p factor	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishing stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/Fail
Deepest subdivision draft (summer loadline) Loadcase																	
7. Averías Llegada plena carga: Z1 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	39,41,42,44	0,039988	0,039988	60,0	1,154	0,0	22,0 (Pass)	60,0	n/a	38,2	1,000	1,000	0,039988		
7. Averías Llegada plena carga: Z2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	33,34,35,36,37,38,46,48,50,52,53	0,062292	0,062292	51,8	0,872	0,6	13,8 (Pass)	60,0	52,4	34,5	1,000	1,000	0,062292		
7. Averías Llegada plena carga: Z3 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	13,27,29,31	0,008530	0,008530	55,5	1,046	4,5	22,1 (Pass)	60,0	n/a	39,1	1,000	1,000	0,008530		
8. Averías Intermedia: Z4 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	11,25	0,063174	0,063174	53,3	2,812	6,7	22,6 (Pass)	60,0	n/a	46,4	1,000	1,000	0,063174		
8. Averías Intermedia: Z5 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	9,23	0,063174	0,063174	53,2	2,824	6,8	24,4 (Pass)	60,0	n/a	46,4	1,000	1,000	0,063174		
8. Averías Intermedia: Z6 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	7,21	0,063174	0,063174	53,2	2,825	6,8	26,1 (Pass)	60,0	n/a	46,4	1,000	1,000	0,063174		
8. Averías Intermedia: Z7 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	5,19	0,063174	0,063174	53,0	2,809	7,0	26,9 (Pass)	60,0	n/a	47,3	1,000	1,000	0,063174		
8. Averías Intermedia: Z8 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	3,17	0,063174	0,063174	53,4	2,811	6,6	25,8 (Pass)	60,0	n/a	47,3	1,000	1,000	0,063174		
8. Averías Intermedia: Z9 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,15	0,063174	0,063174	54,7	2,844	5,3	25,1 (Pass)	60,0	n/a	46,4	1,000	1,000	0,063174		
8. Averías Intermedia: Z10 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	54,56	0,020931	0,020931	60,0	3,282	0,0	28,7 (Pass)	60,0	n/a	45,5	1,000	1,000	0,020931		
8. Averías Intermedia: Z1,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	33,34,35,36,37,38,39,4	0,048946	0,048946	59,8	2,895	0,2	17,2 (Pass)	60,0	n/a	43,6	1,000	1,000	0,048946		

Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p factor	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishing stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/Fail
			1,42,44,46,48,50,52,53														
8. Averías Intermedia: Z2,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	13,27,29,31,33,34,35,36,37,38,46,48,50,52,53	0,028465	0,028465	57,7	2,805	2,3	15,9 (Pass)	60,0	n/a	44,5	1,000	1,000	0,028465		
8. Averías Intermedia: Z3,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	11,13,25,27,29,31	0,028538	0,028538	51,1	2,626	8,9	20,6 (Pass)	60,0	n/a	46,4	1,000	1,000	0,028538		
8. Averías Intermedia: Z4,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	9,11,23,25	0,053064	0,053064	45,9	2,214	14,1	19,0 (Pass)	60,0	n/a	48,2	1,000	1,000	0,053064		
8. Averías Intermedia: Z5,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	7,9,21,23	0,053064	0,053064	45,9	2,277	14,1	22,5 (Pass)	60,0	n/a	48,2	1,000	1,000	0,053064		
8. Averías Intermedia: Z6,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	5,7,19,21	0,053064	0,053064	45,7	2,275	14,3	24,6 (Pass)	60,0	n/a	49,1	1,000	1,000	0,053064		
8. Averías Intermedia: Z7,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	3,5,17,19	0,053064	0,053064	45,4	2,239	14,6	22,1 (Pass)	60,0	n/a	49,1	1,000	1,000	0,053064		
8. Averías Intermedia: Z8,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,3,15,17	0,053064	0,053064	46,2	2,239	13,8	19,5 (Pass)	60,0	n/a	49,1	1,000	1,000	0,053064		
8. Averías Intermedia: Z9,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,15,54,56	0,042750	0,042750	54,3	2,811	5,7	22,8 (Pass)	60,0	n/a	47,3	1,000	1,000	0,042750		
Attained partial index As					0,924802										0,924802	0,630805	Pass

Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p factor	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishing stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/Fail
Partial subdivision draft Loadcase																	
8. Averías Intermedia: Z1 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	39,41,42,44	0,039988	0,039988	60,0	3,239	0,0	27,5 (Pass)	60,0	n/a	44,5	1,000	1,000	0,039988		
8. Averías Intermedia: Z2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	33,34,35,36,37,38,46,48,50,52,53	0,062292	0,062292	59,9	3,012	0,1	18,5 (Pass)	60,0	n/a	44,5	1,000	1,000	0,062292		
8. Averías Intermedia: Z3 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	13,27,29,31	0,008530	0,008530	58,1	3,130	1,9	25,7 (Pass)	60,0	n/a	45,5	1,000	1,000	0,008530		
8. Averías Intermedia: Z4 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	11,25	0,063174	0,063174	52,2	2,731	7,8	21,9 (Pass)	60,0	n/a	46,4	1,000	1,000	0,063174		
8. Averías Intermedia: Z5 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	9,23	0,063174	0,063174	52,1	2,749	7,9	23,9 (Pass)	60,0	n/a	46,4	1,000	1,000	0,063174		
8. Averías Intermedia: Z6 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	7,21	0,063174	0,063174	52,1	2,753	7,9	25,9 (Pass)	60,0	n/a	47,3	1,000	1,000	0,063174		
8. Averías Intermedia: Z7 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	5,19	0,063174	0,063174	51,9	2,735	8,1	26,4 (Pass)	60,0	n/a	47,3	1,000	1,000	0,063174		
8. Averías Intermedia: Z8 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	3,17	0,063174	0,063174	52,3	2,734	7,7	25,1 (Pass)	60,0	n/a	47,3	1,000	1,000	0,063174		
8. Averías Intermedia: Z9 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,15	0,063174	0,063174	53,8	2,767	6,2	24,3 (Pass)	60,0	n/a	47,3	1,000	1,000	0,063174		
8. Averías Intermedia: Z10 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	54,56	0,020931	0,020931	60,0	3,282	0,0	28,7 (Pass)	60,0	n/a	45,5	1,000	1,000	0,020931		
8. Averías Intermedia: Z1,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	33,34,35,36,37,38,39,41,42,44,46,48,50,52,53	0,048946	0,048946	46,2	0,935	0,6	12,0 (Pass)	55,8	46,8	31,8	1,000	1,000	0,048946		
2. Llegada a puerto a plena carga: Z2,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	13,27,29,31,33,34,35,36,37,38,46,48,50,52,53	0,028465	0,028465	48,9	0,989	0,9	12,9 (Pass)	57,5	49,8	32,7	1,000	1,000	0,028465		

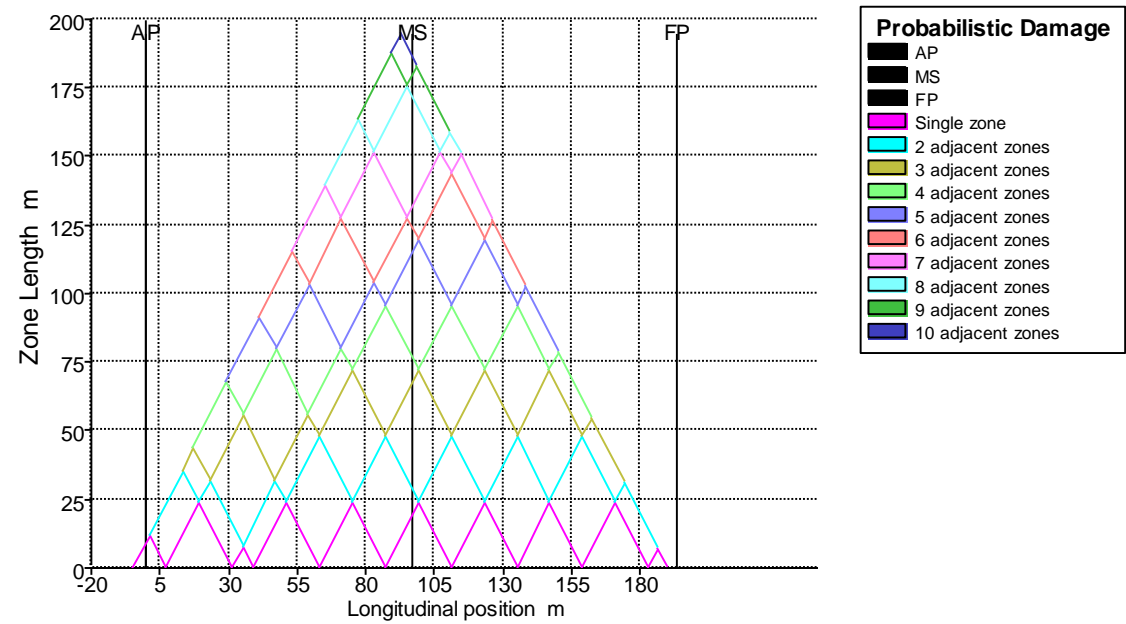
Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p factor	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishing stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/Fail
2. Llegada a puerto a plena carga: Z3,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	11,13,25,27,29,31	0,028538	0,028538	0,0	1,329	n/a	21,9 (Invalid parameter)	60,0	n/a	37,3	0,000	0,000	0,000000		
2. Llegada a puerto a plena carga: Z4,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	9,11,23,25	0,053064	0,053064	0,0	1,248	n/a	21,7 (Invalid parameter)	60,0	n/a	32,7	0,000	0,000	0,000000		
1. Salida a plena carga: Z5,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	7,9,21,23	0,053064	0,053064	0,0	1,293	n/a	21,5 (Invalid parameter)	60,0	n/a	36,4	0,000	0,000	0,000000		
1. Salida a plena carga: Z6,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	5,7,19,21	0,053064	0,053064	0,0	1,329	n/a	21,9 (Invalid parameter)	60,0	n/a	37,3	0,000	0,000	0,000000		
1. Salida a plena carga: Z7,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	3,5,17,19	0,053064	0,053064	0,0	1,217	n/a	21,1 (Invalid parameter)	60,0	n/a	37,3	0,000	0,000	0,000000		
1. Salida a plena carga: Z8,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,3,15,17	0,053064	0,053064	56,3	1,030	3,7	19,7 (Pass)	60,0	n/a	37,3	1,000	1,000	0,053064		
1. Salida a plena carga: Z9,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,15,54,56	0,042750	0,042750	56,7	1,093	3,3	18,2 (Pass)	60,0	n/a	37,3	1,000	1,000	0,042750		
Attained partial index Ap					0,924802										0,684008	0,630805	Pass



Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p factor	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishing stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/Fail
Light service draft Loadcase																	
6. Averías Salida en Lastre: Z1 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	39,41,42,44	0,039988	0,039988	60,0	4,316	0,0	35,6 (Pass)	60,0	n/a	47,3	1,000	1,000	0,039988		
6. Averías Salida en Lastre: Z2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	33,34,35,36,37,38,46,48,50,52,53	0,062292	0,062292	60,0	4,309	0,0	28,0 (Pass)	60,0	n/a	45,5	1,000	1,000	0,062292		
6. Averías Salida en Lastre: Z3 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	13,27,29,31	0,008530	0,008530	58,6	4,245	1,4	32,9 (Pass)	60,0	n/a	47,3	1,000	1,000	0,008530		
6. Averías Salida en Lastre: Z4 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	11,25	0,063174	0,063174	53,7	3,981	6,3	28,4 (Pass)	60,0	n/a	47,3	1,000	1,000	0,063174		
6. Averías Salida en Lastre: Z5 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	9,23	0,063174	0,063174	53,8	4,004	6,2	30,6 (Pass)	60,0	n/a	47,3	1,000	1,000	0,063174		
6. Averías Salida en Lastre: Z6 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	7,21	0,063174	0,063174	53,9	4,003	6,1	33,1 (Pass)	60,0	n/a	48,2	1,000	1,000	0,063174		
6. Averías Salida en Lastre: Z7 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	5,19	0,063174	0,063174	53,9	3,975	6,1	35,7 (Pass)	60,0	n/a	48,2	1,000	1,000	0,063174		
6. Averías Salida en Lastre: Z8 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	3,17	0,063174	0,063174	54,2	3,966	5,8	34,8 (Pass)	60,0	n/a	48,2	1,000	1,000	0,063174		
6. Averías Salida en Lastre: Z9 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,15	0,063174	0,063174	55,7	3,984	4,3	34,0 (Pass)	60,0	n/a	48,2	1,000	1,000	0,063174		
6. Averías Salida en Lastre: Z10 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	54,56	0,020931	0,020931	60,0	4,360	0,0	36,6 (Pass)	60,0	n/a	47,3	1,000	1,000	0,020931		
6. Averías Salida en Lastre: Z1,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	33,34,35,36,37,38,39,41,42,44,46,48,50,52,53	0,048946	0,048946	60,0	4,279	0,0	27,4 (Pass)	60,0	n/a	45,5	1,000	1,000	0,048946		
6. Averías Salida en Lastre: Z2,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	13,27,29,31,33,34,35,36,37,38,46,48,50,52,53	0,028465	0,028465	58,2	4,159	1,8	24,7 (Pass)	60,0	n/a	45,5	1,000	1,000	0,028465		

Description	Status	Case type	Damage (room indices)	p factor	p.r.v	stab. range deg	GZ max. m	Equi. angle deg	Immersion angle deg	Angle of vanishing stab. deg	DF angle deg	GZmax. angle deg	K	s factor	A factor (p.r.v.s)	R (required value)	Pass/Fail
6. Averías Salida en Lastre: Z3,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	11,13,25,27,29,31	0,028538	0,028538	51,5	3,777	8,5	25,8 (Pass)	60,0	n/a	47,3	1,000	1,000	0,028538		
6. Averías Salida en Lastre: Z4,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	9,11,23,25	0,053064	0,053064	45,6	3,322	14,4	23,9 (Pass)	60,0	n/a	48,2	1,000	1,000	0,053064		
6. Averías Salida en Lastre: Z5,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	7,9,21,23	0,053064	0,053064	46,1	3,464	13,9	28,3 (Pass)	60,0	n/a	49,1	1,000	1,000	0,053064		
6. Averías Salida en Lastre: Z6,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	5,7,19,21	0,053064	0,053064	45,9	3,448	14,1	32,8 (Pass)	60,0	n/a	50,0	1,000	1,000	0,053064		
6. Averías Salida en Lastre: Z7,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	3,5,17,19	0,053064	0,053064	45,6	3,344	14,4	30,1 (Pass)	60,0	n/a	50,9	1,000	1,000	0,053064		
6. Averías Salida en Lastre: Z8,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,3,15,17	0,053064	0,053064	46,5	3,224	13,5	26,9 (Pass)	60,0	n/a	50,9	1,000	1,000	0,053064		
6. Averías Salida en Lastre: Z9,2 (stbd)	GZ curve completed successfully	Final stage*	1,15,54,56	0,042750	0,042750	55,3	4,003	4,7	32,1 (Pass)	60,0	n/a	48,2	1,000	1,000	0,042750		
Attained partial index AI					0,924802										0,924802	0,630805	Pass
Attained subdivision index															0,828484	0,630805	Pass
MSC.216(82)																	Pass

Gráfica averías:



## 9. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Apuntes de Clase. Profesor, Vicente Díaz Casas. *Método Distribución de pesos del Lloyd's Register*.
- [2] Ricardo Alvariño Castro, Juan José Azpíroz y Manuel Meizoso; “*El proyecto básico del buque mercante*”, Ed. Fondo Editorial de Ingeniería Naval; Pub 1997.
- [3] “Det Norske Veritas”, *Rules for Ships*, Pt.3, Ch.1, Sec.5; Apartado C300; January 2009.
- [4] “Det Norske Veritas”, *Rules for Ships*, Pt.8, Ch.1, Sec.7; Apartado 3.4; January 2009.
- [5] ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL. *MARPOL*, Edición refundida 2006. ISBN: 978-92-801-0125-6.
- [6] *Código Internacional de Estabilidad sin Averías 2008*. Londres: Organización Marítima Internacional, 2009. ISBN: 978-92-801-0190-4.

---

## CUADERNO 6 – PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

---



Grado en Arquitectura Naval

Leticia M<sup>a</sup> Guzmán García

Proyecto N<sup>o</sup> 14-102

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1. RPA .....	3
2. Introducción. ....	4
3. Características del buque. ....	5
4. Estimación de la potencia propulsora.....	6
4.1. Método de cálculo. ....	6
4.2. Datos de entrada.....	7
4.3. Resultados. ....	9
4.4. Elección del motor principal.....	12
5. Cálculo de la hélice.....	14
5.1. Método de cálculo. ....	14
5.2. Resultados. ....	15
5.3. Huelgos de la hélice. ....	17
6. Cálculo del timón. ....	18
6.1. Parámetros principales y área mínima.....	18
6.2. Fuerza que actúa sobre el timón.....	19
6.3. Par de torsión. ....	21
7. Cálculo de los empujadores transversales.....	22
7.1. Empuje necesario. ....	22
8. bibliografía. ....	24

## 1. RPA



### GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL

#### TRABAJO FIN DE GRADO

*CURSO 2.013-2014*

#### **PROYECTO NÚMERO 14-102**

**TIPO DE BUQUE:** PETROLERO DE PRODUCTOS

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DET NORSKE VERITAS. SOLAS. MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 55.000 T.P.M. Derivados del petróleo con densidad máxima 0,86 g/ml.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15 nudos en condiciones de servicio. 85 % MCR+ 15% de margen de mar. 9.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Bombas de carga y descarga en los tanques de carga. Calefacción en tanques de carga.

**PROPULSIÓN:** Motor diesel directamente acoplado

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 20 Personas en camarotes individuales.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, Setiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

## 2. INTRODUCCIÓN.

En este cuaderno haremos la predicción de potencia, que consiste en realizar una estimación lo más ajustada posible a la necesidad de potencia que el buque va a necesitar desarrollar.

En la predicción de esta potencia entran en juego diferentes factores a tener en cuenta:

- Resistencia al avance que sufrirá a diferentes velocidades.
- Coeficientes propulsivos.
- Velocidad exigida en pruebas.

En las especificaciones del proyecto se exige que el equipo propulsor sea capaz de desarrollar 15 nudos de velocidad en condiciones de servicio, con el motor al 85% de la potencia máxima continua (MCR).

También exige un motor diésel directamente acoplado, lo que influirá en la elección del motor propulsor, pues éste deberá funcionar a las mismas revoluciones que el motor.

Para el cálculo de la curva Resistencia al avance – Velocidad, se utilizará el método de Holtrop, ya que es el que mejor se adapta.

Una vez conocida la resistencia al avance y la potencia efectiva, se seleccionará la hélice óptima de entre las Series B de Wageningen, con lo que quedará conocida la potencia que debe proporcionar el motor, seleccionándose de este modo un motor propulsor en los catálogos comerciales.

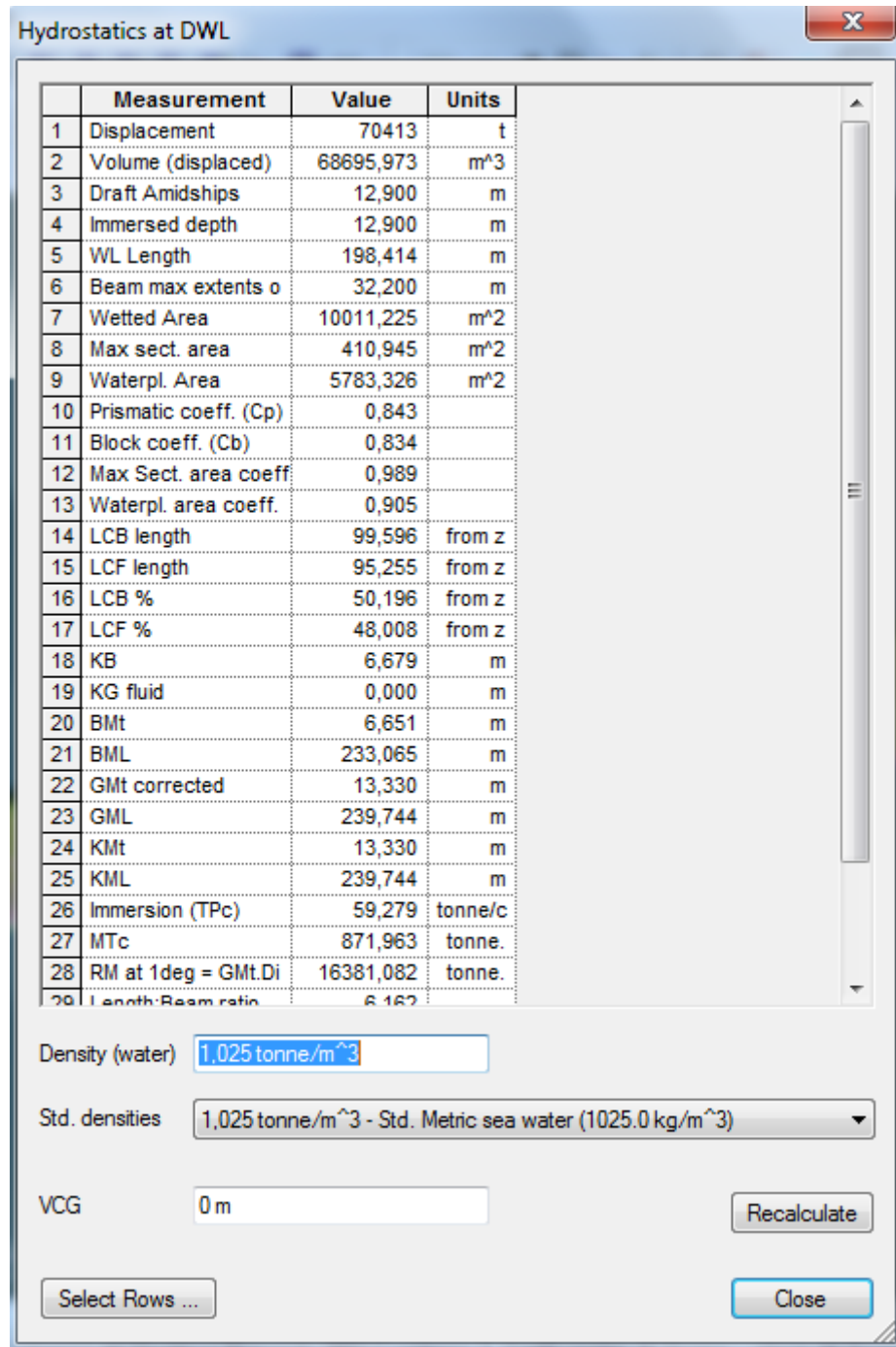
Otro cálculo que se realizará es el diseño del timón que gobierna el buque. Para ello nos ayudaremos del buque base, y de lo establecido en el “Reglamento DNV”.

Por último, se obtendrán las características principales de la hélice de proa. La instalación de dicha hélice no es un requisito de proyecto, pero se ha optado por instalarla debido a que la mayor parte de los buques similares la llevan en la actualidad.



### 3. CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE.

De Maxsurf se ha obtenido los siguientes datos, que según nos los vaya pidiendo el software utilizado para calcular la predicción de potencia, los iremos introduciendo.



The screenshot shows the 'Hydrostatics at DWL' window. It contains a table with 28 rows of hydrostatic data. Below the table are input fields for 'Density (water)', 'Std. densities', and 'VCG'. There are also buttons for 'Recalculate', 'Close', and 'Select Rows ...'.

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	70413	t
2	Volume (displaced)	68695,973	m <sup>3</sup>
3	Draft Amidships	12,900	m
4	Immersed depth	12,900	m
5	WL Length	198,414	m
6	Beam max extents o	32,200	m
7	Wetted Area	10011,225	m <sup>2</sup>
8	Max sect. area	410,945	m <sup>2</sup>
9	Waterpl. Area	5783,326	m <sup>2</sup>
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,843	
11	Block coeff. (Cb)	0,834	
12	Max Sect. area coeff	0,989	
13	Waterpl. area coeff.	0,905	
14	LCB length	99,596	from z
15	LCF length	95,255	from z
16	LCB %	50,196	from z
17	LCF %	48,008	from z
18	KB	6,679	m
19	KG fluid	0,000	m
20	BMt	6,651	m
21	BML	233,065	m
22	GMt corrected	13,330	m
23	GML	239,744	m
24	KMt	13,330	m
25	KML	239,744	m
26	Immersion (TPc)	59,279	tonne/c
27	MTc	871,963	tonne.
28	RM at 1deg = GMt.Di	16381,082	tonne.
29	Length:Beam ratio	6,162	

Density (water)

Std. densities

VCG

Figura 3.1.- Hidrostáticas

## 4. ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSORA.

### 4.1. Método de cálculo.

Para realizar el cálculo de esta estimación, nos valemos del software “NavCad 2012”.

Como se ha indicado anteriormente, para calcular la resistencia al avance que ofrece el buque y la potencia efectiva, se usará el método de Holtrop, ya que es el más utilizado en este tipo de buques.

Este método es un análisis de regresión basado en una gran cantidad de ensayos de remolque y autopropulsión con modelos a escala, obteniéndose las fórmulas de correlación entre el modelo y el buque a partir de varias pruebas de velocidad de buques de nueva construcción; por lo tanto los resultados que se obtengan, han de suponerse correspondientes al buque en condiciones de pruebas (casco limpio, mar en calma, etc.)

Los petroleros que sigan el método de Holtrop para calcular la potencia, han de cumplir los siguientes requerimientos:

	Intervalo	Valor que toma	Cumple
$F_n$	0,06-0,26	0,17	SI
$C_b$	0,55-0,85	0,84	SI
$L_{wl}/B_{wl}$	3,90-14,90	6,16	SI
$B_{wl}/T$	2,10-4,00	2,50	SI
$\Lambda$	0,01-1,06	1,03	SI

Como podemos observar, el buque a proyectar cumple con todos los requisitos, por lo que los resultados tienen una elevada fiabilidad.

Basándonos en este método, los resultados se generaron mediante el programa “NavCad 2012” que nos proporciona una predicción de las curvas:

- Resistencia al avance – Velocidad.
- Potencia efectiva – Velocidad.

## 4.2. Datos de entrada.

A continuación, se muestran los datos de entrada según se fueron introduciendo:

File Edit View Analysis Tools Help			
Mode: Resistance		Edit: Condition	
<b>Vessel drag</b> Calc  ITTC-78 (CT)		<b>Project</b>	
Technique:	Prediction	Project ID:	Petrolero Product...
Prediction:	Holtrop	Description:	Predicción de pot...
Reference ship:		<b>Summary</b>	
Model LWL:	[m]	Scope:	ITTC-78 (CT)
<b>Viscous</b>		Configuration:	Monohull
Expansion:	Standard	Chine type:	Round/multiple
Friction line:	ITTC-57	Length on WL:	198,400 m
Hull form factor:	On  1,340	Displacement:	70413,00 t
Speed corr:	Off	Propulsor type:	Propeller
Spray drag corr:	Off	Count:	1
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	<b>Water properties</b>	
Roughness [mm]:	On  0,15	Water type:	Salt
<b>Catamaran</b>		Density:	1026,00 kg/m <sup>3</sup>
Interference:	Off	Viscosity:	1,18920e-6 m <sup>2</sup> /s
<b>Added drag</b>		<b>Speeds</b>	
Appendage:	Calc  Percentage	Speed [01]	11,00 kt
Wind:	Off	Speed [02]	12,00 kt
Seas:	Off	Speed [03]	13,00 kt
Shallow/channel:	Off	Speed [04]	14,00 kt
Margin:	Calc  Hull + added drag [15...	Speed [05]	15,00 kt
		Speed [06]	16,00 kt
		Speed [07]	17,00 kt
		Speed [08]	18,00 kt
		Speed [09]	19,00 kt
		Speed [10]	kt
		<b>Design condition</b>	
		Design speed:	15,00  kt

Type	Task
<input type="checkbox"/>	Right-click to add a task...

File Edit View Analysis Tools Help			
		Mode: Resistance	
<b>Vessel drag</b>		<b>Hull</b>	
Technique:	Calc	ITTC-78 (CT)	Configuration:
Prediction:		Prediction	Monohull
Reference ship:		Holtrop	Chine type:
Model LWL:	[m]		Round/multiple
<b>Viscous</b>		<b>General</b>	
Expansion:		Standard	Length on WL:
Friction line:		ITTC-57	198,400
Hull form factor:	On	1,340	Max beam on WL:
Speed corr:	Off		32,200
Spray drag corr:	Off		Max molded draft:
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	12,900
Roughness [mm]:	On	0,15	Displacement:
<b>Catamaran</b>		70413,00	
Interference:	Off		Wetted surface:
<b>Added drag</b>		10011,2	
Appendage:	Calc	Percentage	Demi-hull spacing:
Wind:	Off		
Seas:	Off		<b>ITTC-78 (CT)</b>
Shallow/channel:	Off		LCB fwd TR:
Margin:	Calc	Hull + added drag [15...	104,400
		LCF fwd TR:	
		100,100	
		Max section area:	
		410,9	
		Waterplane area:	
		5783,3	
		Bulb section area:	
		53499,8	
		Bulb ctr below WL:	
		44,300	
		Bulb nose fwd TR:	
		201,200	
		Transom area:	
		31,3	
		Transom beam WL:	
		11,600	
		Transom immersion:	
		2,700	
		Half entrance angle:	
		57,00	
		Bow shape factor:	
		0,0	
		Stern shape factor:	
		0,0	

File Edit View Analysis Tools Help			
		Mode: Resistance	
<b>Vessel drag</b>		<b>Appendage</b>	
Technique:	Calc	ITTC-78 (CT)	Definition:
Prediction:		Prediction	Percentage
Reference ship:		Holtrop	Percent of hull drag:
Model LWL:	[m]		5,00
<b>Viscous</b>			
Expansion:		Standard	<b>Planing influence</b>
Friction line:		ITTC-57	LCE fwd TR:
Hull form factor:	On	1,340	
Speed corr:	Off		VCE below WL:
Spray drag corr:	Off		
<b>Shafting</b>		Count:	
		Max prop diameter:	
		Shaft angle to WL:	
		Exposed shaft length:	

File Edit View Analysis Tools Help			
Mode: Resistance		Edit: Margin	
<b>Vessel drag</b>	Calc	ITTC-78 (CT)	<b>Margin</b>
Technique:		Prediction	Design margin: 15 %
Prediction:		Holtrop	Basis: Hull + added dr...
Reference ship:			
Model LWL:	[m]		
<b>Viscous</b>			
Expansion:		Standard	
Friction line:		ITTC-57	
Hull form factor:	On	1,340	
Speed corr:	Off		
Spray drag corr:	Off		

File Edit View Analysis Tools Help			
Mode: Resistance		Edit: Propulsor	
<b>Vessel drag</b>	Calc	ITTC-78 (CT)	<b>Propulsor</b>
Technique:		Prediction	Count: 1
Prediction:		Holtrop	Propulsor type: Propeller series
Reference ship:			Propeller type: FPP
Model LWL:	[m]		Propeller series: B Series
<b>Viscous</b>			Propeller sizing: No sizing
Expansion:		Standard	Reference prop:

### 4.3. Resultados.

A continuación, se muestran los resultados para 15 nudos, y las gráficas de Resistencia al avance y potencia efectiva (EHP). Al final del cuaderno, se presenta en el “Anexo I” los informes correspondientes a los cálculos, que nos proporciona “NavCad 2012”.

Velocidad	R total (kN)	EHP (kW)
15	622,05	4160,2

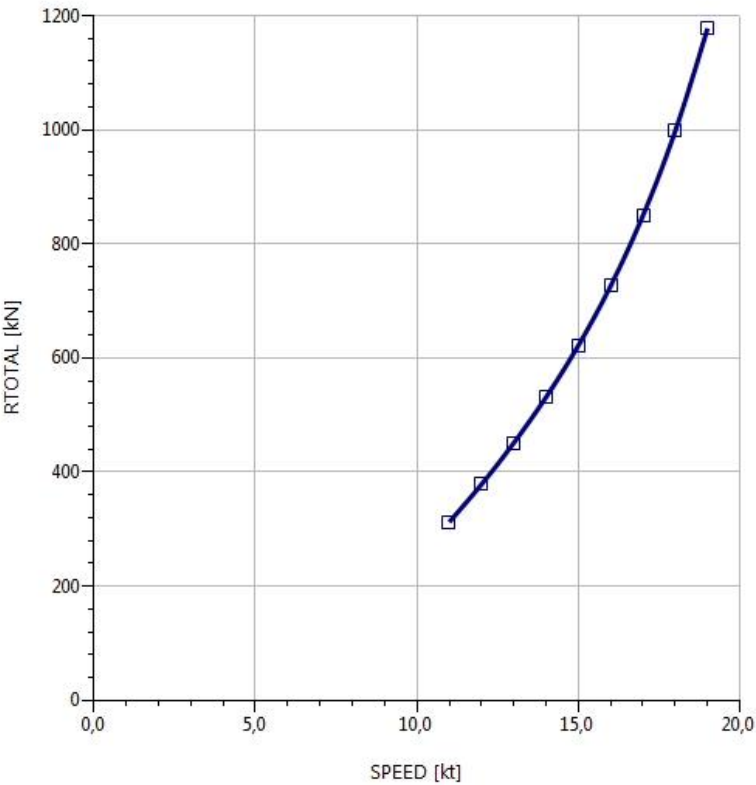


Figura 4.3.1.- Curva Resistencia al avance – Velocidad

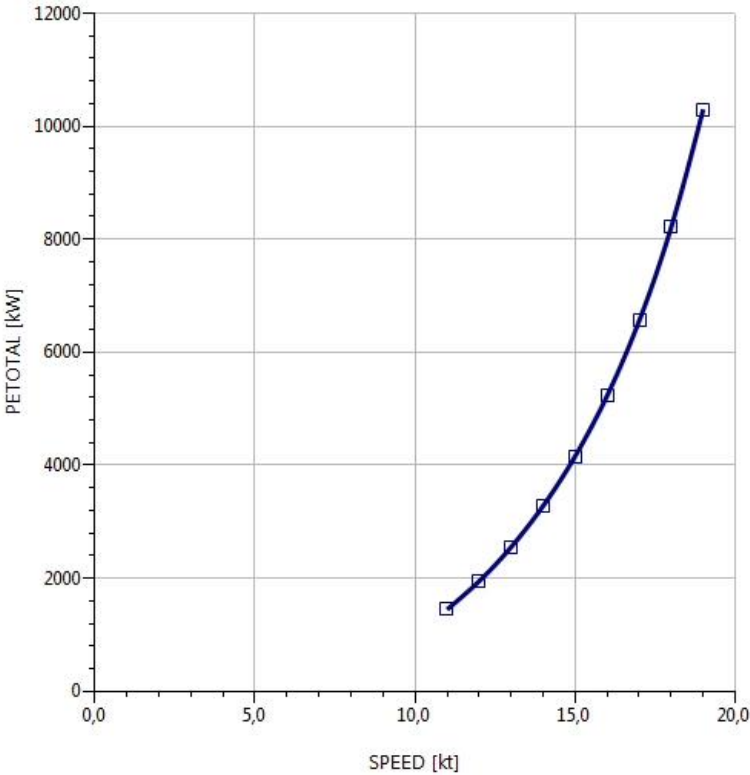
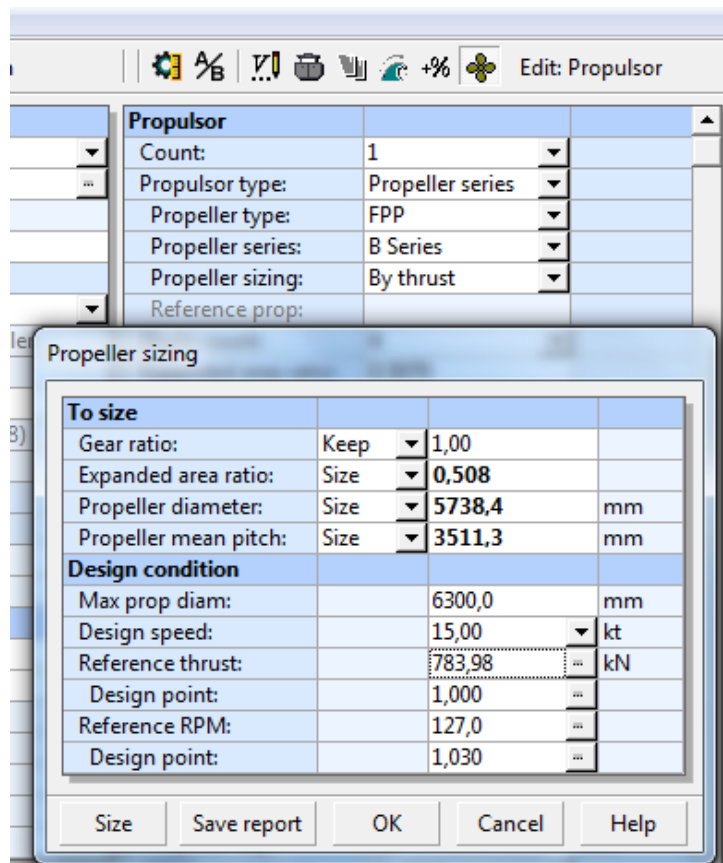


Figura 4.3.2. Curva de Potencia efectiva – Velocidad

Una vez que sabemos la resistencia al avance, dimensionamos por empuje, marcando esta opción en el software “by thrust”. Metemos el número de palas, que será 4. Esta primera aproximación se hará basándonos en el buque base. En “hub immersion”, que es la distancia desde la línea de flotación hasta la línea de ejes de la hélice, y por último marcaremos la opción “size” para que el programa dimensione los datos que nos faltan



De esta manera obtendremos la potencia de nuestro motor.

$$BHP = \frac{Pot_{alt.col} + \eta_m * SHP * (1 + MM)}{Reg.Servicio}$$

En este caso, disponemos de alternador de cola, con 700 kW de potencia. En el programa ya hemos introducido el 15% de margen de mar, de manera que la potencia de nuestro motor es la siguiente:

$$BHP = \frac{700 + 7009,2}{0,85} = 9070 \text{ kW}$$

Velocidad	BHP (kW)	RPM
15	9070	131

#### 4.4. Elección del motor principal.

Los datos que deben ser considerados de un motor a la hora de la evaluación como posible motor propulsor son la potencia nominal del motor, (9070 kW) y las revoluciones a las cuales se obtiene esta potencia (131 rpm).

Con estos dos datos se ha de encontrar el motor óptimo dentro de la gama existente en el mercado. Se han buscado motores en catálogos de las casas MAN B&W y Wärtsilä. Estas dos marcas ofrecen la información técnica necesaria para la evaluación de sus motores en su página web.

Finalmente, nos decantamos por la marca Wärtsilä, el modelo RT-flex 48T, versión D, de 7 cilindros. Ya que es el motor que más se acerca a nuestra potencia requerida y revoluciones.

Es un motor diésel de baja velocidad, y proporciona una excelente potencia y velocidad, propio para buques petroleros como es el caso de nuestro buque en proyecto.

BHP (kW)	RPM
10185	127



▼ Wärtsilä RT-flex48T / RTA48T, version D - technical information

Wärtsilä RT-flex48T / RTA48T, version D	IMO Tier II
Cylinder bore	480 mm
Piston stroke	2000 mm
Speed	102-127 rpm
Mean effective pressure at R1	19.0 bar
Stroke / bore	4.17

Rated power, principal dimensions and weights						
Cyl.	Output in kW at				Lenght A mm	Weight tonnes
	127 rpm		102 rpm			
	R1	R2	R3	R4		
5	7 275	5 100	5 825	5 100	5 314	171
6	8 730	6 120	6 990	6 120	6 148	205
7	10 185	7 140	8 155	7 140	6 982	225
8	11 640	8 160	9 320	8 160	7 816	250

Dimensions mm	B	C	D	E
	3 170	1 085	7 334	3 253
	F1	F2	F3	G
	9 030	9 030	8 790	1 700

Brake specific fuel consumption (BSFC) in g/kWh						
Full load						
Rating point			R1	R2	R3	R4
BMEP, bar			19.0	13.3	19.0	16.6
BSFC	RTA		173	167	173	169
	RT-flex	Standard Tuning	170	164	170	166

Part load, % of R1	85	70	85	70	60
RT-flex tuning variant	Standard	Standard	Delta	Delta	Low-Load
BSFC	166.4	166.0	165.7	164.5	162.2

## 5. CÁLCULO DE LA HÉLICE.

### 5.1. Método de cálculo.

Una vez escogido el motor y teniendo en cuenta el margen de servicio, el margen de mar, se busca obtener la relación de reducción que de un mayor rendimiento, comparando las hélices de 4, 5 y 6 palas.

Del mismo modo, que para el cálculo de la potencia, el programa tiene introducidas las series de hélices B de Wageningen, con lo que nos ayudará para la elección del propulsor óptimo.

Como ya tenemos los datos del motor, podemos introducirlos en el programa, y así escoger la opción de dimensionar por potencia. Además elegiremos la opción a diámetro óptimo, ya que no disponemos de reductora, sino que nuestro motor está directamente acoplado.

Los cálculos se harán 3 veces, para 4, 5 y 6 palas. Como se ha dicho anteriormente, al final del cuaderno se muestran los informes completos del programa en el “Anexo I”.

<b>Hull-propulsor</b>		Calc	
Technique:		Prediction	
Prediction:		Holtrop	...
Reference ship:			
Max prop diam:	[mm]	6300,0	
<b>Corrections</b>			
Viscous scale corr:	On	Standard	
Rudder location:		Behind propeller	
Friction line:		ITTC-57	
Hull form factor:		1,340	...
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	
Roughness [mm]:	Off		
Ducted prop corr:	Off		
Tunnel stern corr:	Off		
Effective diam:	[m]		
Recess depth:	[m]		
<b>System analysis</b>			
Cavitation criteria:		Keller eqn	
Analysis type:		Free run	
CPP method:		Fixed RPM	

<b>Propulsor</b>		
Count:	1	
Propulsor type:	Propeller series	
Propeller type:	FPP	
Propeller series:	B Series	
Propeller sizing:	By power	
Reference prop:		
Blade count:	4	
Expanded area ratio:	0,5361	
Propeller diameter:	6009,1	mm
Propeller mean pitch:	3603,2	mm
Hub immersion:	9300,0	mm
<b>Engine/gear</b>		
Engine data:	Wärtsilä RT-flex...	
Rated RPM:	127	RPM
Rated power:	10185,0	kW
Gear efficiency:	1,00	...
Gear ratio:	1,000	
Shaft efficiency:	0,97	...
<b>Propeller options</b>		

## 5.2. Resultados.

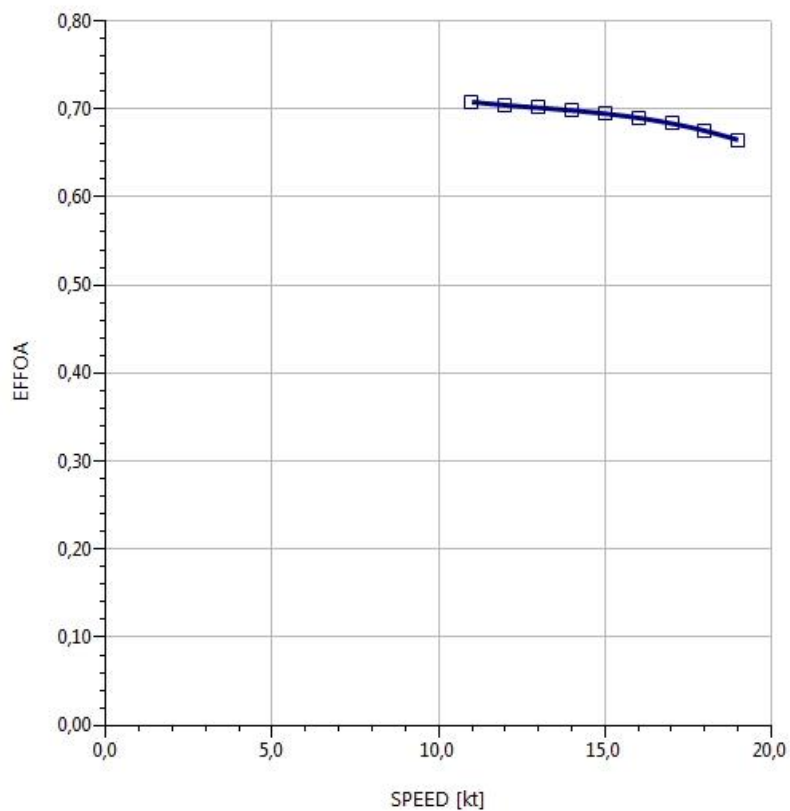


Figura 5.2.1.- Gráfica Rendimiento - Velocidad

De modo que, a continuación se muestra una tabla resumen con los resultados obtenidos:

<b>Nº de palas</b>	4	5	6
<b>Velocidad</b>	15	15	15
<b>Rendimiento</b>	0,6946	0,6837	0,6677
<b>Diámetro</b>	6,009	5,976	5,613

Nos decantaremos por una hélice de 4 palas, ya que es la de mayor rendimiento. Además, la mayoría de buques similares llevan una hélice de este tipo. Otro de los factores a tener en cuenta es el factor económico, cuantas más palas lleve la hélice, más subirá el coste.

Finalmente, tenemos para la potencia máxima de nuestro motor (10185 kW), la velocidad máxima que alcanza el buque es de 16,8 nudos.

En la siguiente figura de potencia frente a velocidad, podemos comprobarlo.

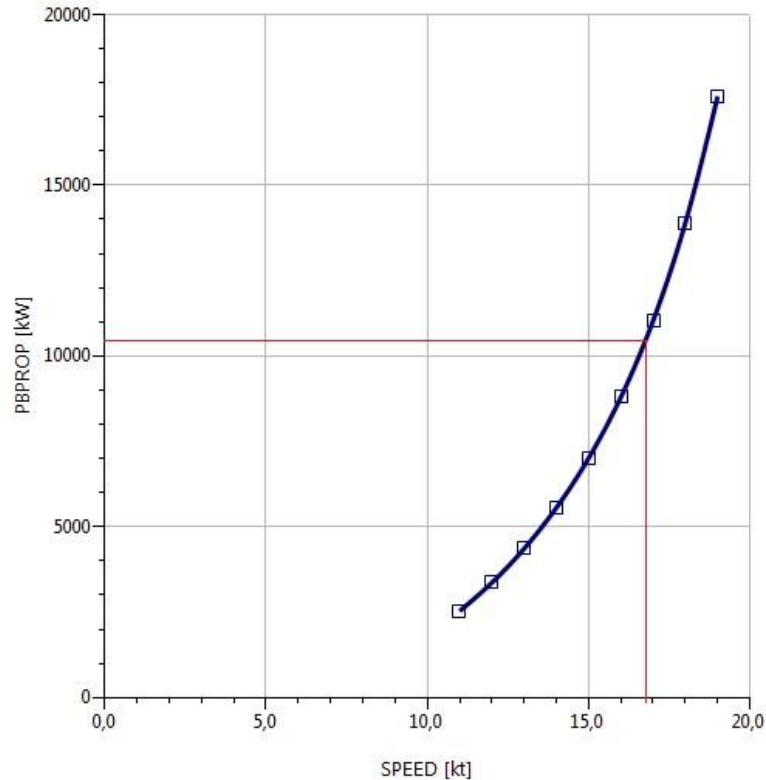


Figura 5.2.2.- Gráfica Potencia – Velocidad

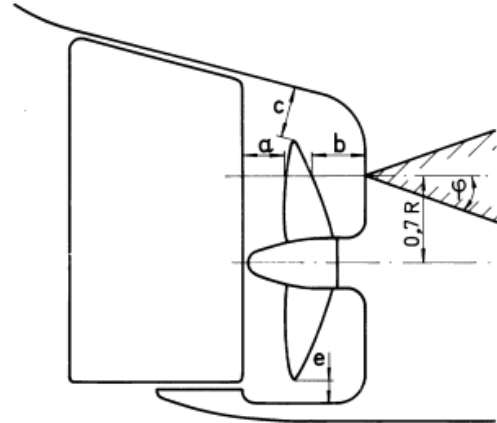
### 5.3. Huelgos de la hélice.

Además, para el diseño de la hélice, se han de tener en cuenta los huelgos mínimos que establece la Sociedad de Clasificación. Las holguras exigidas por el Det Norske Veritas, se pueden observar en la siguiente figura:

Table C1 Minimum clearances	
For single screw ships:	For twin screw ships:
$a \geq 0.2 R$ (m)	
$b \geq (0.7 - 0.04 Z_p) R$ (m)	
$c \geq (0.48 - 0.02 Z_p) R$ (m)	$c \geq (0.6 - 0.02 Z_p) R$ (m)
$e \geq 0.07 R$ (m)	

$R$  = propeller radius in m  
 $Z_p$  = number of propeller blades.

---e-n-d---of---G-u-i-d-a-n-c-e---n-o-t-e---



Para buques de 1 hélice:

$$a = 0,2 * R = 0,60 \text{ m}$$

$$b = (0,7 - 0,04 * Z) * R = 1,62 \text{ m}$$

$$c = (0,48 - 0,02 * Z) * R = 1,20 \text{ m}$$

$$e = 0.07 * R = 0,21 \text{ m}$$

Siendo:

$R = 6 \text{ m}$ . Este valor se ha obtenido del diseño de la hélice.

$Z = 4 \text{ palas}$ .

	MÍNIMO REQUERIDO	REAL	CUMPLE
a	0,60	1,007	SI
b	1,62	1,911	SI
c	1,20	2,443	SI
e	0,21	0,679	SI

Figura 5.3.1. Tabla comparativa

Al final del cuaderno, se presenta en el “Anexo II” el plano del codaste con cada una de las medidas. Como podemos observar, cumple con todos los requisitos exigidos.

## 6. CÁLCULO DEL TIMÓN.

En el procedimiento de diseño del timón de este proyecto, se determinará el área y las dimensiones mínimas que garantizan la maniobrabilidad del barco, se calcularán también las fuerzas que actúan sobre el timón y par de torsión. Se ha optado por un timón suspendido, ya que es el tipo de timón que tiene el buque base.

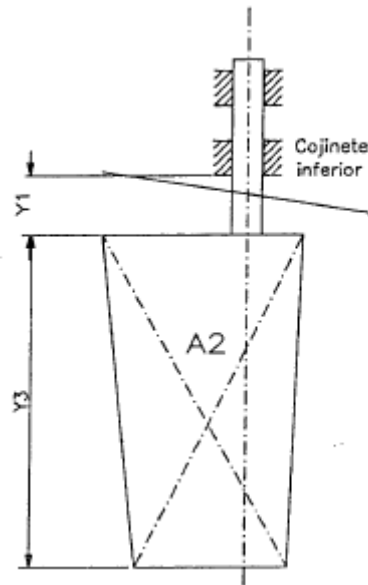


Figura 6.1.- Timón suspendido.

A continuación, se indican los procedimientos para estimar las dimensiones de los timones convencionales formados por una pala con eje de giro. Según lo establecido en el DNV, Pt 3. Ch 3. Sec 2 "July 2007", referencia [2].

### 6.1. Parámetros principales y área mínima.

El área del timón de un buque no debe ser menor que según la fórmula siguiente aplicables a timones que trabajan detrás del chorro de la hélice propulsora.

$$A_{min} = \frac{T * L_{pp}}{100} \left[ 1 + 50Cb^2 \left( \frac{B}{L} \right)^2 \right] = 49 \text{ m}^2$$

Se ha procedido al diseño del timón, teniendo en cuenta los huelgos mínimos exigidos por la Sociedad de Clasificación, que se han expuesto anteriormente, y tenemos que los principales parámetros son:

- Cuerda (C): 5,65 m. Dimensión paralela al flujo entrante.
- Altura (H): 8,8 m. Altura del timón.
- Posición del centro de presiones (d): 2,82 m.
- Distancia del centro de presiones a la mecha del timón (d0): 0,93 m.
- Área del timón (A): 49,66 m<sup>2</sup>.

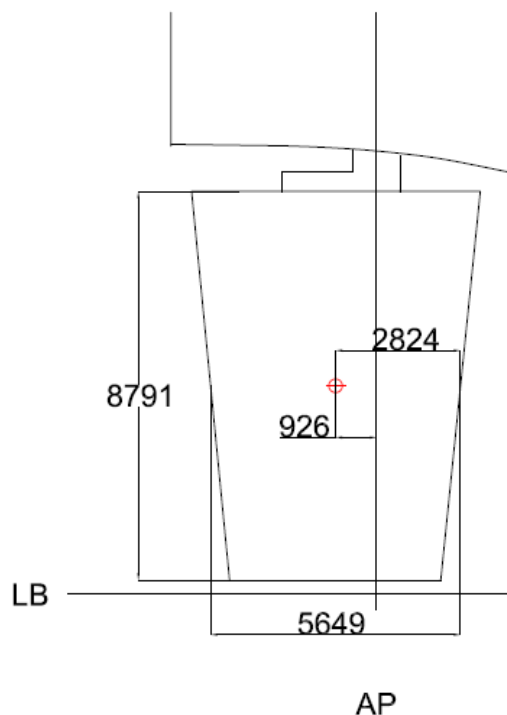


Figura 5.1.1.- Croquis del timón.

## 6.2. Fuerza que actúa sobre el timón.

La fuerza del timón se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$F_R = 0,044 * k_1 * k_2 * k_3 * A * V^2$$

Siendo:

$A = 49,66 \text{ m}^2$ . Área de la pala del timón.

$k_1$  = coeficiente en función del tipo de perfil. Se ha optado por un perfil NACA, ya que la mayoría de buques similares lo llevan.

Table D1 Rudder profile type - coefficient		
Profile type	Ahead	Astern
NACA - Göttingen	1.1	0.8
Hollow profile <sup>1)</sup>	1.35	0.9
Flatsided	1.1	0.9
Profile with «fish tail»	1.4	0.8
Rudder with flap	1.65	1.3
Nozzle rudder	1.9	1.5
1) Profile where the width somewhere along the length is 75% or less of the width of a flat side profile with same nose radius and a straight line tangent to after end		

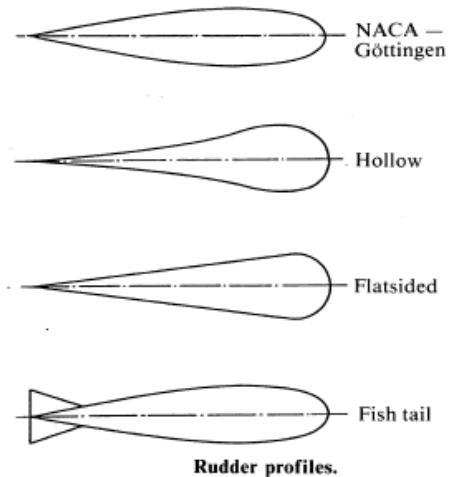


Figura 5.2.1.- Perfiles de timones.

$k_2 = 1,15$ . Coeficiente en función de la disposición del timón.

$$k_3 = \frac{H^2}{A_t} + 2, \text{ no será mayor que } 4$$

Donde:

–  $H = 8,8 \text{ m}$ . Altura media del timón, en m.

–  $A_t = 49,66 \text{ m}^2$ . Superficie total de la pala del timón.

–  $V = 15$  nudos. Velocidad máxima de servicio (nudos) con el barco en la línea de flotación de carga de verano. Cuando la velocidad es inferior a 10 nudos,  $V$  se sustituye por la expresión:

$$V_{\min} = \frac{V + 20}{3}$$

– Para la condición de marcha atrás la  $V$  no será menor que:

$$V_{\min} = 0,5 * V = 7,5 \text{ nudos}$$



Por tanto, los resultados son:

$$F_{R_{avante}} = 0,044 * 1,1 * 1,15 * \left( \frac{8,8^2}{49,66} + 2 \right) * 49,66 * 15^2 = 2213,65 \text{ kN}$$

$$F_{R_{ciando}} = 0,044 * 0,80 * 1,15 * \left( \frac{8,8^2}{49,66} + 2 \right) * 49,66 * 7,5^2 = 402,48 \text{ kN}$$

### 6.3. Par de torsión.

Por último, se calcular el par torsor del timón, tanto para la condición de avance como para la condición ciando, mediante las siguientes fórmulas:

$$M_{TR} = F_R * x_e$$

Siendo:

$$x_e = B * (\alpha - k) \text{ (m)}$$

$B = 5,649 \text{ m}$ . Manga media del timón, en m.

$\alpha = 0,33$  para la condición avance.

$= 0,66$  para la condición ciando.

$$k = \frac{A_F}{A}$$

$A_F = 16,68 \text{ m}^2$ . Área de la porción de la zona de la pala del

timón situada por delante de la línea central de la mecha del timón.

$A = 49,66 \text{ m}^2$ .

$$M_{TR_{avante}} = 2213,65 * \left[ 5,649 * \left( 0,33 - \frac{16,68}{49,66} \right) \right] = -73,58 \text{ kN.m}$$

$$M_{TR_{ciando}} = 402,48 * \left[ 5,649 * \left( 0,66 - \frac{16,68}{49,66} \right) \right] = 736,91 \text{ kN.m}$$

## 7. CÁLCULO DE LOS EMPUJADORES TRANSVERSALES.

Se ha considerado necesario situar un propulsor transversal en la proa por varias razones. La primera es la reducción de costes de los remolcadores en puerto. La segunda, es la reducción de tiempo en la maniobra de atraque al mínimo, en consonancia con el requisito de tiempo de descarga. Y por último, la presencia de propulsores en buques similares y en el buque base.

A continuación se indican unas fórmulas para calcular la potencia del propulsor, según el “Proyecto básico del buque mercante”, referencia [1].

### 7.1. Empuje necesario.

El empuje que debe proporcionar el empujador dependiendo del tipo de buque, del área lateral proyectada de la obra viva y de la obra muerta del buque.

Unos valores medios recomendados son los siguientes:

Tipo de buque	Kg/m <sup>2</sup> de obra viva	Kg/m <sup>2</sup> de obra muerta
Ferry y pasaje	9 a 14	4 a 8
Carga, remolcador	6 a 9	4 a 8
Petrolero, Granelero	5 a 7	3 a 6
Dragas	9 a 12	4 a 8

Se debe adoptar el mayor de los valores del empuje obtenidos de esta tabla.

En la gráfica de la Figura 6.1.1. se relaciona el empuje necesario F de diversos tipos de buques, en función de su eslora en metros y de la velocidad de giro (VPSI) que se pretende alcanzar, en grados por segundo. Este gráfico representa la fórmula:

$$VPSI = \frac{188}{L_{pp}} * F^{1/2}$$

Con esta fórmula o la Figura 5.1.1. se puede estimar la velocidad de giro del buque y decidir el empuje necesario de la hélice empujadora. La figura indica valores típicos del empuje unitario para diversos tipos de buque.

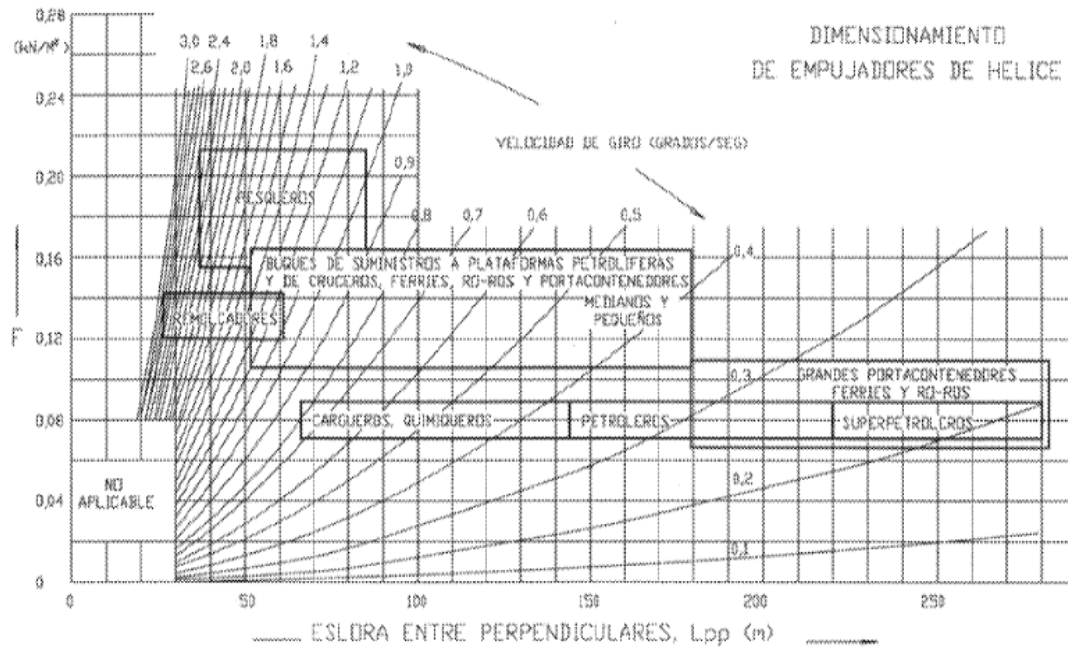


Figura 6.1.1. – Gráfica para el dimensionamiento de los empujadores

Así para una  $L_{pp}$  de 193,6 metros, tenemos un empuje  $F=0.09 \text{ kN/m}^2$ .

$$VPSI = \frac{188}{193,6} * 0.09^{\frac{1}{2}} = 0.291 \text{ grados/s} = 17,46 \text{ grados/min}$$

Por tanto, el empuje del propulsor proa es la siguiente:

$$\text{Empuje} = F * A_{obra\ viva} * T = 0,09 * 10009 * 12,9 = 11620,45 \text{ kN}$$

Siendo  $A_{obra\ viva}$ , el valor que sacamos de Maxsurf de superficie mojada.

Resumiendo, tenemos que:

*El empuje necesario es 11620,45 kN*

*La velocidad de giro es de 17,46 grados/min*

## 8. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Ricardo Alvariño Castro, Juan José Azpíroz y Manuel Meizoso; “*El proyecto básico del buque mercante*”, Ed. Fondo Editorial de Ingeniería Naval; Pub 1997.
- [2] “*Det Norske Veritas*”, Rules for Ships, Pt.3, Ch.3, Sec.2; Apartado C; July 2007.

### Páginas webs:

- [www.mandiesel.com](http://www.mandiesel.com)
- [www.wartsila.com](http://www.wartsila.com)

# **ANEXO I**

## **INFORMES “NAVCAD 2012”**

# Resistance

10 jun 2014 08:11

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Petrolero Productos 55000 TPM

Description

Predicción de potencia

File name

Predicción de potencia.hcnc

## Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Percentage
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Off]
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard	Margin:	[Calc] Hull + added drag [15%]
Friction line:		ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	[On]	1,340	Water type:	Salt
Speed corr:	[Off]		Density:	1026,00 kg/m3
Spray drag corr:	[Off]		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)		
Roughness [mm]:	[On]	0,15		

## Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda
Value	0,17	0,84	6,16	2,50	1,03
Range	0,06-0,26	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00	0,01-1,06

## Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CV/CF]	CR	dCF	CA	CT
11,00	0,128	0,282	9,44e8	0,001542	1,302	0,000319	0,000000	0,000372	0,002775
12,00	0,140	0,308	1,03e9	0,001562	1,302	0,000305	0,000000	0,000385	0,002724
13,00	0,152	0,334	1,12e9	0,001543	1,302	0,000298	0,000000	0,000375	0,002683
14,00	0,163	0,359	1,20e9	0,001527	1,302	0,000303	0,000000	0,000365	0,002656
+ 15,00 +	0,175	0,385	1,29e9	0,001512	1,302	0,000325	0,000000	0,000356	0,002649
16,00	0,187	0,411	1,37e9	0,001498	1,302	0,000371	0,000000	0,000347	0,002668
17,00	0,198	0,436	1,46e9	0,001485	1,302	0,000446	0,000000	0,000338	0,002718
18,00	0,210	0,462	1,54e9	0,001474	1,302	0,000557	0,000000	0,000330	0,002805
19,00	0,222	0,488	1,63e9	0,001463	1,302	0,000706	0,000000	0,000322	0,002933
RESISTANCE AND EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
11,00	297,48	14,87	0,00	0,00	0,00	0,00	312,35	1377,3	1446,2
12,00	360,47	18,02	0,00	0,00	0,00	0,00	378,49	1854,4	1947,1
13,00	429,58	21,48	0,00	0,00	0,00	0,00	451,05	2430,9	2552,5
14,00	506,13	25,31	0,00	0,00	0,00	0,00	531,43	3124,5	3280,7
+ 15,00 +	592,43	29,62	0,00	0,00	0,00	0,00	622,05	3962,1	4160,2
16,00	691,96	34,60	0,00	0,00	0,00	0,00	726,56	4983,7	5232,9
17,00	809,37	40,47	0,00	0,00	0,00	0,00	849,84	6245,6	6557,9
18,00	950,45	47,52	0,00	0,00	0,00	0,00	997,98	7823,3	8214,4
19,00	1121,75	56,09	0,00	0,00	0,00	0,00	1177,84	9810,4	10300,9
OTHER									
SPEED [kt]	CTLR	CTLT							
11,00	0,00460	0,04004							
12,00	0,00440	0,03930							
13,00	0,00431	0,03871							
14,00	0,00437	0,03832							
+ 15,00 +	0,00469	0,03822							
16,00	0,00535	0,03849							
17,00	0,00644	0,03922							
18,00	0,00803	0,04048							
19,00	0,01019	0,04232							

# Resistance

10 jun 2014 08:11

HydroComp NavCad 2012

Project ID **Petrolero Productos 55000 TPM**

Description **Predicción de potencia**

File name **Predicción de potencia.hcnc**

## Hull data

General		Planing	
Configuration:	<b>Monohull</b>	<i>Proj chine length:</i>	<b>0,000 m</b>
Chine type:	<b>Round/multiple</b>	<i>Proj bottom area:</i>	<b>0,0 m2</b>
Length on WL:	<b>198,400 m</b>	<i>LCG fwd TR:</i>	<b>[XCG/LP 0,000] 0,000 m</b>
Max beam on WL:	<b>[LWL/BWL 6,161] 32,200 m</b>	<i>VCG below WL:</i>	<b>0,000 m</b>
Max molded draft:	<b>[BWL/T 2,496] 12,900 m</b>	<i>Aft station (fwd TR):</i>	<b>0,000 m</b>
Displacement:	<b>[CB 0,833] 70413,00 t</b>	<i>Chine beam:</i>	<b>0,000 m</b>
Wetted surface:	<b>[CWS 5,972] 10011,2 m2</b>	<i>Chine ht below WL:</i>	<b>0,000 m</b>
ITTC-78 (CT)		<i>Deadrise:</i>	<b>0,00 deg</b>
LCB fwd TR:	<b>[XCB/LWL 0,526] 104,400 m</b>	<i>Fwd station (fwd TR):</i>	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR:	<b>[XCF/LWL 0,505] 100,100 m</b>	<i>Chine beam:</i>	<b>0,000 m</b>
Max section area:	<b>[CX 0,989] 410,9 m2</b>	<i>Chine ht below WL:</i>	<b>0,000 m</b>
Waterplane area:	<b>[CWP 0,905] 5783,3 m2</b>	<i>Deadrise:</i>	<b>0,00 deg</b>
Bulb section area:	<b>53499,8 m2</b>	<i>Propulsor type:</i>	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>44,300 m</b>	<i>Propeller diameter</i>	<b>6300,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>201,200 m</b>	<i>Shaft angle to WL:</i>	<b>0,00 deg</b>
Transom area:	<b>[ATR/AX 0,076] 31,3 m2</b>	<i>Position fwd TR:</i>	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL:	<b>[BTR/BWL 0,360] 11,600 m</b>	<i>Position below WL:</i>	<b>0,000 m</b>
Transom immersion:	<b>[TTR/T 0,209] 2,700 m</b>		
Half entrance angle:	<b>57,00 deg</b>		
Bow shape factor:	<b>[AVG flow] 0,0</b>		
Stern shape factor:	<b>[AVG flow] 0,0</b>		

Report ID20140610-2011

HydroComp NavCad 2012 12.02.0019.S1002.539

# Resistance

10 jun 2014 08:11

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Petrolero Productos 55000 TPM

Description

Predicción de potencia

File name

Predicción de potencia.hcnc

## Appendage data

General		Skeg/Keel	
Definition:	Percentage	Count:	0
Percent of hull drag:	5,00 %	Type:	Skeg
Planing influence		Mean length:	0,000 m
LCE fwd TR:	0,000 m	Mean width:	0,000 m
VCE below WL:	0,000 m	Height aft:	0,000 m
Shafting		Height mid:	0,000 m
Count:	1	Height fwd:	0,000 m
Max prop diam:	6300,0 mm	Projected area:	0,0 m2
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,0 m2
Exposed shaft length:	0,000 m	Stabilizer	
Shaft diameter:	0,000 m	Count:	0
Wetted surface:	0,0 m2	Root chord:	0,000 m
Strut bossing length:	0,000 m	Tip chord:	0,000 m
Bossing diameter:	0,000 m	Span:	0,000 m
Wetted surface:	0,0 m2	T/C ratio:	0,000
Hull bossing length:	0,000 m	LE sweep:	0,00 deg
Bossing diameter:	0,000 m	Wetted surface:	0,0 m2
Wetted surface:	0,0 m2	Projected area:	0,0 m2
Strut (per shaft line)		Dynamic multiplier:	1,00
Count:	0	Bilge keel	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 mm	Mean length:	0,000 m
Span:	0,000 m	Mean base width:	0,000 m
T/C ratio:	0,000	Mean projection:	0,000 m
Projected area:	0,0 m2	Wetted surface:	0,0 m2
Wetted surface:	0,0 m2	Tunnel thruster	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	0
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	0,000 m
Rudder		Sonar dome	
Count:	0	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,0 m2
Type:	Balanced foil	Miscellaneous	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 m	Drag area:	0,0 m2
Span:	0,000 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,000		
LE sweep:	0,00 deg		
Projected area:	0,0 m2		
Wetted surface:	0,0 m2		

## Environment data

Wind		Seas	
Wind speed:	0,00 kt	Significant wave ht:	0,000 m
Angle off bow:	0,00 deg	Modal wave period:	0,0 sec
Gradient correction:	Off	Shallow/channel	
Exposed hull		Water depth:	0,000 m
Transverse area:	0,0 m2	Type:	Shallow water
VCE above WL:	0,000 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	0,0 m2	Channel side slope:	0,00 deg
Superstructure		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Cargo ship		
Transverse area:	0,0 m2		
VCE above WL:	0,000 m		
Profile area:	0,0 m2		



# Resistance

10 jun 2014 08:11

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Petrolero Productos 55000 TPM

Description

Predicción de potencia

File name

Predicción de potencia.hcnc

## Symbols and values

FN = Froude number [LWL]  
FV = Froude number [VOL]  
RN = Reynolds number [LWL]  
CF = Frictional resistance coefficient  
CV/CF = Viscous/frictional resistance coefficient ratio [dynamic form factor]  
CR = Residuary resistance coefficient  
dCF = Added frictional resistance coefficient for roughness  
CA = Correlation allowance [dynamic]  
CT = Total bare-hull resistance coefficient  
  
RBARE = Bare-hull resistance  
RAPP = Additional appendage resistance  
RWIND = Additional wind resistance  
RSEAS = Additional sea-state resistance  
RCHAN = Additional shallow/channel resistance  
RMARGIN = Resistance margin  
RTOTAL = Total vessel resistance  
  
CTLR = Telfer residuary resistance coefficient  
CTLT = Telfer total bare-hull resistance coefficient  
PEBARE = Bare-hull effective power  
PETOTAL = Total effective power  
  
+ = Design speed indicator  
\* = Exceeds parameter limit

# Propulsion

24 april 2014 08:30

HydroComp NavCad 2012

Project ID      **Petrolero Productos 55000 TPM**  
Description    **Predicción de potencia**  
File name      **Predicción de potencia.hcnc**

## Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	6300,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	1,340	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

## Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,17	0,84	6,16	2,50
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

## Prediction results [System]

	HULL-PROPULSOR				ENGINE			
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]		
11,00	1446,2	0,4594	0,2065	1,0204	94	2530,3		
12,00	1947,1	0,4586	0,2065	1,0204	103	3362,4		
13,00	2552,5	0,4580	0,2065	1,0204	112	4360,4		
14,00	3280,7	0,4574	0,2065	1,0204	121	5558,1		
+ 15,00 +	4160,2	0,4568	0,2065	1,0204	131	7009,2		
16,00	5232,9	0,4563	0,2065	1,0204	141	8796,4		
17,00	6557,9	0,4559	0,2065	1,0204	152	11039,9		
18,00	8214,4	0,4554	0,2065	1,0204	163	13905,4		
19,00	10300,9	0,4550	0,2065	1,0204	176	17608,1		
	POWER DELIVERY							
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
11,00	94	255,74	2454,4	2530,3	2530,3	2530,3	---	
12,00	103	309,43	3261,5	3362,4	3362,4	3362,4	---	
13,00	112	368,30	4229,6	4360,4	4360,4	4360,4	---	
14,00	121	433,37	5391,3	5558,1	5558,1	5558,1	894,8	
+ 15,00 +	131	506,44	6798,9	7009,2	7009,2	7009,2	760,2	
16,00	141	590,18	8532,6	8796,4	8796,4	8796,4	646,1	
17,00	152	688,20	10708,7	11039,9	11039,9	11039,9	547,0	
18,00	163	804,95	13488,3	13905,4	13905,4	13905,4	459,8	
19,00	176	945,46	17079,8	17608,1	17608,1	17608,1	383,3	
	EFFICIENCY		THRUST					
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
11,00	0,4809	0,6986	393,66	312,35				
12,00	0,4790	0,6949	477,01	378,49				
13,00	0,4775	0,6918	568,46	451,05				
14,00	0,4758	0,6886	669,76	531,43				
+ 15,00 +	0,4737	0,6848	783,98	622,05				
16,00	0,4707	0,6799	915,68	726,56				
17,00	0,4665	0,6732	1071,05	849,84				
18,00	0,4608	0,6646	1257,75	997,97				
19,00	0,4537	0,6538	1484,43	1177,84				

# Propulsion

10 jun 2014 08:30

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Description

File name

Petrolero Productos 55000 TPM

Predicción de potencia

Predicción de potencia.hcnc

## Prediction results [Propulsor]

	PROPULSOR COEFS								
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
11,00	0,3421	0,1457	0,01649	1,2448	0,41198	3,1699	6,4601	2,82e7	
12,00	0,3402	0,1463	0,01654	1,2641	0,41997	3,2189	6,5854	3,10e7	
13,00	0,3387	0,1469	0,01659	1,2805	0,42681	3,2607	6,6927	3,37e7	
14,00	0,3371	0,1475	0,01663	1,2979	0,43415	3,3052	6,8077	3,65e7	
+ 15,00 +	0,3350	0,1483	0,01669	1,3208	0,44379	3,3634	6,959	3,94e7	
16,00	0,3322	0,1493	0,01677	1,3534	0,45765	3,4464	7,1762	4,24e7	
17,00	0,3282	0,1508	0,01688	1,3999	0,47762	3,5647	7,4895	4,57e7	
18,00	0,3229	0,1527	0,01703	1,464	0,50559	3,7279	7,928	4,92e7	
19,00	0,3164	0,1550	0,01721	1,5484	0,54314	3,943	8,5169	5,30e7	
	CAVITATION								
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
11,00	40,24	4,71	0,95	28,10	0,355	29,96	2,0	2,0	2985,7
12,00	33,72	3,90	0,79	30,86	0,387	36,30	2,0	2,0	2981,4
13,00	28,66	3,29	0,66	33,62	0,423	43,26	2,0	2,0	2977,9
14,00	24,66	2,80	0,57	36,42	0,463	50,97	2,1	2,1	2974,1
+ 15,00 +	21,44	2,41	0,49	39,30	0,508	59,66 !!	2,7	2,7	2969,3
16,00	18,81	2,07	0,42	42,33	0,560	69,69 !!	3,7	3,7	2962,6
17,00	16,63	1,79	0,36	45,56	0,621	81,51 !!	5,2	5,2	2953,4
18,00	14,81	1,54	0,31	49,06	0,694	95,72 !!	7,5	7,5	2941,3
19,00	13,27	1,33	0,27	52,89	0,783	112,97 !!	11,0	11,0	2926,4

# Propulsion

10 jun 2014 08:30

HydroComp NavCad 2012

Project ID **Petrolero Productos 55000 TPM**

Description **Predicción de potencia**

File name **Predicción de potencia.hcnc**

## Hull data

General		Planing	
Configuration:	<b>Monohull</b>	Proj chine length:	<b>0,000 m</b>
Chine type:	<b>Round/multiple</b>	Proj bottom area:	<b>0,0 m2</b>
Length on WL:	<b>198,400 m</b>	LCG fwd TR:	<b>[XCG/LP 0,000] 0,000 m</b>
Max beam on WL:	<b>[LWL/BWL 6,161] 32,200 m</b>	VCG below WL:	<b>0,000 m</b>
Max molded draft:	<b>[BWL/T 2,496] 12,900 m</b>	Aft station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
Displacement:	<b>[CB 0,833] 70413,00 t</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Wetted surface:	<b>[CWS 5,972] 10011,2 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
ITTC-78 (CT)		Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
LCB fwd TR:	<b>[XCB/LWL 0,526] 104,400 m</b>	Fwd station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR:	<b>[XCF/LWL 0,505] 100,100 m</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Max section area:	<b>[CX 0,989] 410,9 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
Waterplane area:	<b>[CWP 0,905] 5783,3 m2</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Bulb section area:	<b>53499,8 m2</b>	Propulsor type:	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>44,300 m</b>	Propeller diameter:	<b>6300,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>201,200 m</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Transom area:	<b>[ATR/AX 0,076] 31,3 m2</b>	Position fwd TR:	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL:	<b>[BTR/BWL 0,360] 11,600 m</b>	Position below WL:	<b>0,000 m</b>
Transom immersion:	<b>[TTR/T 0,209] 2,700 m</b>		
Half entrance angle:	<b>57,00 deg</b>		
Bow shape factor:	<b>[AVG flow] 0,0</b>		
Stern shape factor:	<b>[AVG flow] 0,0</b>		

## Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	<b>1</b>	Oblique angle corr:	<b>Off</b>
Propulsor type:	<b>Propeller series</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Propeller type:	<b>FPP</b>	Added rise of run:	<b>0,00 deg</b>
Propeller series:	<b>B Series</b>	Propeller cup:	<b>0,0 mm</b>
Propeller sizing:	<b>By thrust</b>	KTKQ corrections:	<b>Custom</b>
KTKQ file:		Scale correction:	<b>None</b>
Blade count:	<b>4</b>	KT multiplier:	<b>1,00</b>
Expanded area ratio:	<b>0,5081</b>	KQ multiplier:	<b>1,00</b>
Propeller diameter:	<b>5738,4 mm</b>	Blade T/C [0.7R]:	<b>0,00</b>
Propeller mean pitch:	<b>[P/D 0,6119] 3511,3 mm</b>	Roughness:	<b>0,00 mm</b>
Hub immersion:	<b>9300,0 mm</b>	Cav breakdown:	<b>Off</b>
Engine/gear		Nozzle L/D:	<b>0,50</b>
Engine data:	<b>Wärtsilä RT-flex 60C</b>	Design condition	
Rated RPM:	<b>0 RPM</b>	Max prop diam:	<b>6300,0 mm</b>
Rated power:	<b>0,0 kW</b>	Design speed:	<b>15,00 kt</b>
Gear efficiency:	<b>1,00</b>	Reference power:	<b>14520,0 kW</b>
Gear ratio:	<b>1,000</b>	Design point:	<b>0,850</b>
Shaft efficiency:	<b>0,97</b>	Reference RPM:	<b>127,0</b>
		Design point:	<b>1,030</b>

# Propulsion

10 jun 2014 08:30

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Description

File name

Petrolero Productos 55000 TPM

Predicción de potencia

Predicción de potencia.hcnc

## Symbols and values

SPEED = Vessel speed  
FN = Froude number [LWL]  
FV = Froude number [VOL]  
PETOTAL = Total vessel effective power  
WFT = Taylor wake fraction coefficient  
THD = Thrust deduction coefficient  
EFFR = Relative-rotative efficiency  
RPMENG = Engine RPM  
PBPROP = Brake power per propulsor  
  
QPROP = Propulsor open water torque  
PDPROP = Delivered power per propulsor  
PSPROP = Shaft power per propulsor  
PSTOTAL = Total vessel shaft power  
PBTOTAL = Total vessel brake power  
TRANSP = Transport factor  
FUEL = Fuel rate per engine  
LOADENG = Percentage of engine max available power at given RPM  
  
RPMPROP = Propulsor RPM  
EFO = Propulsor open-water efficiency  
EFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]  
THRPROP = Open-water thrust per propulsor  
DELTHR = Total vessel delivered thrust  
NETTOW = Total vessel net tow pull  
CPPITCH = Operational pitch of CPP  
  
J = Propulsor advance coefficient  
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]  
KQ = Propulsor torque coefficient  
KTJ2 = Propulsor thrust loading ratio  
KQJ3 = Propulsor torque loading ratio  
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient  
CP = Propulsor thrust loading coefficient  
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R  
KTN = Nozzle thrust coefficient  
  
SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed  
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM  
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R  
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed  
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria  
PRESS = Average propeller loading pressure  
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage  
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]  
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation  
  
+ = Design speed indicator  
\* = Exceeds recommended parameter limit  
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]  
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]  
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]  
--- = Insignificant or not applicable

# Propulsion

10 jun 2014 08:46

HydroComp NavCad 2012

Project ID **Petrolero Productos 55000 TPM**

Description **Predicción de potencia**

File name **1. Predicción de Potencia.hcnc**

## Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	6300,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
		RPM constraint:	
		Limit [RPM/s]:	
		Water properties	
		Water type:	Salt
		Density:	1026,00 kg/m3
		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Viscous scale corr:	[On] Standard		
Rudder location:	Behind propeller		
Friction line:	ITTC-57		
Hull form factor:	1,340		
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)		
Roughness [mm]:	[Off] 0,15		
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

## Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,17	0,84	6,16	2,50
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

## Prediction results [System]

	HULL-PROPULSOR				ENGINE				
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]	
11,00	1446,2	0,4594	0,2065	1,0203	88	2497,3	---	24,5	
12,00	1947,1	0,4586	0,2065	1,0203	96	3317,6	---	32,6	
13,00	2552,5	0,4580	0,2065	1,0203	105	4301,5	---	42,2	
14,00	3280,7	0,4574	0,2065	1,0203	114	5481,7	---	53,8	
+ 15,00 +	4160,2	0,4568	0,2065	1,0203	123	6910,8	---	67,9	
16,00	5232,9	0,4563	0,2065	1,0203	132	8669,6	---	85,1	
17,00	6557,9	0,4559	0,2065	1,0203	142	10874,8	---	106,8	
18,00	8214,4	0,4554	0,2065	1,0203	153	13687,9	---	134,4	
19,00	10300,9	0,4550	0,2065	1,0203	165	17317,8	---	170,0	
	POWER DELIVERY								
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN.m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP		
11,00	88	268,60	2422,4	2497,3	2497,3	2497,3	---		
12,00	96	324,96	3218,1	3317,6	3317,6	3317,6	---		
13,00	105	386,75	4172,4	4301,5	4301,5	4301,5	---		
14,00	114	455,04	5317,2	5481,7	5481,7	5481,7	907,3		
+ 15,00 +	123	531,70	6703,5	6910,8	6910,8	6910,8	771,0		
16,00	132	619,53	8409,5	8669,6	8669,6	8669,6	655,6		
17,00	142	722,27	10548,6	10874,8	10874,8	10874,8	555,3		
18,00	153	844,58	13277,2	13687,9	13687,9	13687,9	467,1		
19,00	165	991,68	16798,2	17317,8	17317,8	17317,8	389,7		
	EFFICIENCY		THRUST						
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]					
11,00	0,4873	0,7078	393,66	312,35					
12,00	0,4855	0,7043	477,01	378,49					
13,00	0,4841	0,7013	568,46	451,05					
14,00	0,4825	0,6982	669,76	531,43					
+ 15,00 +	0,4804	0,6946	783,98	622,05					
16,00	0,4776	0,6898	915,68	726,56					
17,00	0,4736	0,6834	1071,05	849,84					
18,00	0,4682	0,6751	1257,75	997,97					
19,00	0,4614	0,6648	1484,43	1177,84					

# Propulsion

10 jun 2014 08:46

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Description

File name

Petrolero Productos 55000 TPM

Predicción de potencia

1. Predicción de Potencia.hcnc

## Prediction results [Propulsor]

	PROPULSOR COEFS								
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
11,00	0,3477	0,1372	0,01558	1,1352	0,37077	2,8908	5,8142	3,07e7	
12,00	0,3459	0,1379	0,01563	1,1527	0,37786	2,9354	5,9255	3,37e7	
13,00	0,3443	0,1385	0,01568	1,1677	0,38393	2,9735	6,0207	3,67e7	
14,00	0,3427	0,1390	0,01572	1,1836	0,39045	3,0141	6,1228	3,97e7	
+ 15,00 +	0,3407	0,1398	0,01578	1,2045	0,399	3,0672	6,257	4,28e7	
16,00	0,3379	0,1409	0,01586	1,2342	0,4113	3,1428	6,4498	4,61e7	
17,00	0,3339	0,1423	0,01597	1,2766	0,42902	3,2508	6,7277	4,96e7	
18,00	0,3287	0,1443	0,01612	1,335	0,45382	3,3996	7,1166	5,34e7	
19,00	0,3223	0,1467	0,01630	1,412	0,48711	3,5958	7,6387	5,75e7	
	CAVITATION								
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
11,00	40,24	4,86	0,98	27,65	0,341	25,89	2,0	2,0	3104,9
12,00	33,72	4,03	0,81	30,36	0,371	31,37	2,0	2,0	3100,6
13,00	28,66	3,40	0,69	33,07	0,404	37,39	2,0	2,0	3096,9
14,00	24,66	2,90	0,58	35,82	0,440	44,05	2,0	2,0	3093,0
+ 15,00 +	21,44	2,49	0,50	38,65	0,481	51,56	2,0	2,0	3088,1
16,00	18,81	2,15	0,43	41,61	0,528	60,22 !	2,5	2,5	3081,2
17,00	16,63	1,85	0,37	44,77	0,584	70,44 !!	3,4	3,4	3071,8
18,00	14,81	1,60	0,32	48,19	0,651	82,72 !!	5,0	5,0	3059,4
19,00	13,27	1,38	0,28	51,93	0,732	97,63 !!	7,4	7,4	3044,1

# Propulsion

10 jun 2014 08:46

HydroComp NavCad 2012

Project ID **Petrolero Productos 55000 TPM**

Description **Predicción de potencia**

File name **1. Predicción de Potencia.hcnc**

## Hull data

General		Planing	
Configuration:	<b>Monohull</b>	Proj chine length:	<b>0,000 m</b>
Chine type:	<b>Round/multiple</b>	Proj bottom area:	<b>0,0 m2</b>
Length on WL:	<b>198,400 m</b>	LCG fwd TR:	<b>[XCG/LP 0,000] 0,000 m</b>
Max beam on WL:	<b>[LWL/BWL 6,161] 32,200 m</b>	VCG below WL:	<b>0,000 m</b>
Max molded draft:	<b>[BWL/T 2,496] 12,900 m</b>	Aft station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
Displacement:	<b>[CB 0,833] 70413,00 t</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Wetted surface:	<b>[CWS 5,972] 10011,2 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
ITTC-78 (CT)		Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
LCB fwd TR:	<b>[XCB/LWL 0,526] 104,400 m</b>	Fwd station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR:	<b>[XCF/LWL 0,505] 100,100 m</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Max section area:	<b>[CX 0,989] 410,9 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
Waterplane area:	<b>[CWP 0,905] 5783,3 m2</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Bulb section area:	<b>53499,8 m2</b>	Propulsor type:	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>44,300 m</b>	Propeller diameter:	<b>6300,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>201,200 m</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Transom area:	<b>[ATR/AX 0,076] 31,3 m2</b>	Position fwd TR:	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL:	<b>[BTR/BWL 0,360] 11,600 m</b>	Position below WL:	<b>0,000 m</b>
Transom immersion:	<b>[TTR/T 0,209] 2,700 m</b>		
Half entrance angle:	<b>57,00 deg</b>		
Bow shape factor:	<b>[AVG flow] 0,0</b>		
Stern shape factor:	<b>[AVG flow] 0,0</b>		

## Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	<b>1</b>	Oblique angle corr:	<b>Off</b>
Propulsor type:	<b>Propeller series</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Propeller type:	<b>FPP</b>	Added rise of run:	<b>0,00 deg</b>
Propeller series:	<b>B Series</b>	Propeller cup:	<b>0,0 mm</b>
Propeller sizing:	<b>By power</b>	KTKQ corrections:	<b>Custom</b>
KTKQ file:		Scale correction:	<b>None</b>
Blade count:	<b>4</b>	KT multiplier:	<b>1,00</b>
Expanded area ratio:	<b>0,5361</b>	KQ multiplier:	<b>1,00</b>
Propeller diameter:	<b>6009,1 mm</b>	Blade T/C [0.7R]:	<b>0,00</b>
Propeller mean pitch:	<b>[P/D 0,5996] 3603,2 mm</b>	Roughness:	<b>0,00 mm</b>
Hub immersion:	<b>9300,0 mm</b>	Cav breakdown:	<b>Off</b>
Engine/gear		Nozzle L/D:	<b>0,50</b>
Engine data:	<b>Wärtsilä RT-flex 48T</b>	Design condition	
Rated RPM:	<b>127 RPM</b>	Max prop diam:	<b>6300,0 mm</b>
Rated power:	<b>10185,0 kW</b>	Design speed:	<b>15,00 kt</b>
Gear efficiency:	<b>1,00</b>	Reference power:	<b>10185,0 kW</b>
Gear ratio:	<b>1,000</b>	Design point:	<b>0,850</b>
Shaft efficiency:	<b>0,97</b>	Reference RPM:	<b>127,0</b>
		Design point:	<b>1,030</b>



# Propulsion

10 jun 2014 08:46

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Description

File name

Petrolero Productos 55000 TPM

Predicción de potencia

1. Predicción de Potencia.hcnc

## Symbols and values

SPEED = Vessel speed  
FN = Froude number [LWL]  
FV = Froude number [VOL]  
PETOTAL = Total vessel effective power  
WFT = Taylor wake fraction coefficient  
THD = Thrust deduction coefficient  
EFFR = Relative-rotative efficiency  
RPMENG = Engine RPM  
PBPROP = Brake power per propulsor  
  
QPROP = Propulsor open water torque  
PDPROP = Delivered power per propulsor  
PSPROP = Shaft power per propulsor  
PSTOTAL = Total vessel shaft power  
PBTOTAL = Total vessel brake power  
TRANSP = Transport factor  
FUEL = Fuel rate per engine  
LOADENG = Percentage of engine max available power at given RPM  
  
RPMPROP = Propulsor RPM  
EFO = Propulsor open-water efficiency  
EFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]  
THRPROP = Open-water thrust per propulsor  
DELTHR = Total vessel delivered thrust  
NETTOW = Total vessel net tow pull  
CPPITCH = Operational pitch of CPP  
  
J = Propulsor advance coefficient  
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]  
KQ = Propulsor torque coefficient  
KTJ2 = Propulsor thrust loading ratio  
KQJ3 = Propulsor torque loading ratio  
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient  
CP = Propulsor thrust loading coefficient  
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R  
KTN = Nozzle thrust coefficient  
  
SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed  
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM  
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R  
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed  
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria  
PRESS = Average propeller loading pressure  
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage  
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]  
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation  
  
+ = Design speed indicator  
\* = Exceeds recommended parameter limit  
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]  
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]  
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]  
--- = Insignificant or not applicable

# Propulsion

10 jun 2014 08:50

HydroComp NavCad 2012

Project ID      **Petrolero Productos 55000 TPM**  
Description    **Predicción de potencia**  
File name      **1. Predicción de Potencia.hcnc**

## Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	6300,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
		RPM constraint:	
		Limit [RPM/s]:	
		Water properties	
		Water type:	Salt
		Density:	1026,00 kg/m3
		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Viscous scale corr:	[On] Standard		
Rudder location:	Behind propeller		
Friction line:	ITTC-57		
Hull form factor:	1,340		
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)		
Roughness [mm]:	[Off] 0,15		
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

## Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,17	0,84	6,16	2,50
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

## Prediction results [System]

	HULL-PROPULSOR				ENGINE				
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]	
11,00	1446,2	0,4594	0,2065	1,0186	88	2536,8	---	24,9	
12,00	1947,1	0,4586	0,2065	1,0186	97	3370,2	---	33,1	
13,00	2552,5	0,4580	0,2065	1,0186	106	4369,8	---	42,9	
14,00	3280,7	0,4574	0,2065	1,0186	114	5568,9	---	54,7	
+ 15,00 +	4160,2	0,4568	0,2065	1,0186	123	7021,1	---	68,9	
16,00	5232,9	0,4563	0,2065	1,0186	133	8808,5	---	86,5	
17,00	6557,9	0,4559	0,2065	1,0186	143	11050,0	---	108,5	
18,00	8214,4	0,4554	0,2065	1,0186	154	13909,8	---	136,6	
19,00	10300,9	0,4550	0,2065	1,0186	166	17600,9	---	172,8	
	POWER DELIVERY								
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP		
11,00	88	271,32	2460,7	2536,8	2536,8	2536,8	---		
12,00	97	328,25	3269,1	3370,2	3370,2	3370,2	---		
13,00	106	390,67	4238,7	4369,8	4369,8	4369,8	---		
14,00	114	459,65	5401,8	5568,9	5568,9	5568,9	893,0		
+ 15,00 +	123	537,09	6810,5	7021,1	7021,1	7021,1	758,9		
16,00	133	625,80	8544,2	8808,5	8808,5	8808,5	645,3		
17,00	143	729,58	10718,5	11050,0	11050,0	11050,0	546,5		
18,00	154	853,12	13492,5	13909,8	13909,8	13909,8	459,7		
19,00	166	1001,69	17072,9	17600,9	17600,9	17600,9	383,5		
	EFFICIENCY		THRUST						
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]					
11,00	0,4805	0,6968	393,66	312,35					
12,00	0,4787	0,6933	477,01	378,49					
13,00	0,4773	0,6903	568,46	451,05					
14,00	0,4757	0,6873	669,76	531,43					
+ 15,00 +	0,4737	0,6837	783,97	622,05					
16,00	0,4708	0,6789	915,68	726,56					
17,00	0,4668	0,6726	1071,05	849,84					
18,00	0,4615	0,6644	1257,75	997,97					
19,00	0,4547	0,6541	1484,43	1177,84					

# Propulsion

10 jun 2014 08:50

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Description

File name

Petrolero Productos 55000 TPM

Predicción de potencia

1. Predicción de Potencia.hcnc

## Prediction results [Propulsor]

	PROPULSOR COEFS								
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
11,00	0,3590	0,1573	0,01870	1,2203	0,40419	3,1074	6,3487	2,56e7	
12,00	0,3571	0,1581	0,01877	1,2391	0,41194	3,1554	6,4705	2,81e7	
13,00	0,3556	0,1587	0,01882	1,2552	0,41858	3,1963	6,5747	3,07e7	
14,00	0,3539	0,1594	0,01887	1,2723	0,42569	3,24	6,6864	3,32e7	
+ 15,00 +	0,3518	0,1602	0,01894	1,2947	0,43504	3,297	6,8333	3,58e7	
16,00	0,3488	0,1614	0,01904	1,3267	0,44847	3,3784	7,0443	3,86e7	
17,00	0,3447	0,1631	0,01917	1,3722	0,46784	3,4944	7,3484	4,15e7	
18,00	0,3393	0,1652	0,01934	1,4351	0,49494	3,6544	7,774	4,47e7	
19,00	0,3326	0,1679	0,01955	1,5179	0,53132	3,8652	8,3455	4,81e7	
	CAVITATION								
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
11,00	40,24	5,19	1,04	26,77	0,370	24,89	2,0	2,0	3149,0
12,00	33,72	4,30	0,87	29,40	0,406	30,16	2,0	2,0	3144,8
13,00	28,66	3,62	0,73	32,03	0,445	35,94	2,0	2,0	3141,2
14,00	24,66	3,09	0,62	34,69	0,489	42,34	2,0	2,0	3137,5
+ 15,00 +	21,44	2,65	0,53	37,43	0,538	49,56	2,0	2,0	3132,7
16,00	18,81	2,29	0,46	40,30	0,595	57,89 !	2,4	2,4	3126,0
17,00	16,63	1,98	0,40	43,37	0,662	67,71 !!	3,3	3,3	3116,9
18,00	14,81	1,71	0,34	46,69 !	0,743	79,52 !!	4,7	4,7	3104,9
19,00	13,27	1,47	0,30	50,31 !!	0,840	93,85 !!	6,9	6,9	3090,0

# Propulsion

10 jun 2014 08:50

HydroComp NavCad 2012

Project ID **Petrolero Productos 55000 TPM**

Description **Predicción de potencia**

File name **1. Predicción de Potencia.hcnc**

## Hull data

General		Planing	
Configuration:	<b>Monohull</b>	Proj chine length:	<b>0,000 m</b>
Chine type:	<b>Round/multiple</b>	Proj bottom area:	<b>0,0 m2</b>
Length on WL:	<b>198,400 m</b>	LCG fwd TR:	<b>[XCG/LP 0,000] 0,000 m</b>
Max beam on WL:	<b>[LWL/BWL 6,161] 32,200 m</b>	VCG below WL:	<b>0,000 m</b>
Max molded draft:	<b>[BWL/T 2,496] 12,900 m</b>	Aft station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
Displacement:	<b>[CB 0,833] 70413,00 t</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Wetted surface:	<b>[CWS 5,972] 10011,2 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
ITTC-78 (CT)		Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
LCB fwd TR:	<b>[XCB/LWL 0,526] 104,400 m</b>	Fwd station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR:	<b>[XCF/LWL 0,505] 100,100 m</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Max section area:	<b>[CX 0,989] 410,9 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
Waterplane area:	<b>[CWP 0,905] 5783,3 m2</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Bulb section area:	<b>53499,8 m2</b>	Propulsor type:	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>44,300 m</b>	Propeller diameter:	<b>6300,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>201,200 m</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Transom area:	<b>[ATR/AX 0,076] 31,3 m2</b>	Position fwd TR:	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL:	<b>[BTR/BWL 0,360] 11,600 m</b>	Position below WL:	<b>0,000 m</b>
Transom immersion:	<b>[TTR/T 0,209] 2,700 m</b>		
Half entrance angle:	<b>57,00 deg</b>		
Bow shape factor:	<b>[AVG flow] 0,0</b>		
Stern shape factor:	<b>[AVG flow] 0,0</b>		

## Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	<b>1</b>	Oblique angle corr:	<b>Off</b>
Propulsor type:	<b>Propeller series</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Propeller type:	<b>FPP</b>	Added rise of run:	<b>0,00 deg</b>
Propeller series:	<b>B Series</b>	Propeller cup:	<b>0,0 mm</b>
Propeller sizing:	<b>By power</b>	KTKQ corrections:	<b>Custom</b>
KTKQ file:		Scale correction:	<b>None</b>
Blade count:	<b>5</b>	KT multiplier:	<b>1,00</b>
Expanded area ratio:	<b>0,5995</b>	KQ multiplier:	<b>1,00</b>
Propeller diameter:	<b>5795,8 mm</b>	Blade T/C [0.7R]:	<b>0,00</b>
Propeller mean pitch:	<b>[P/D 0,6358] 3685,0 mm</b>	Roughness:	<b>0,00 mm</b>
Hub immersion:	<b>9300,0 mm</b>	Cav breakdown:	<b>Off</b>
Engine/gear		Nozzle L/D:	<b>0,50</b>
Engine data:	<b>Wärtsilä RT-flex 48T</b>	Design condition	
Rated RPM:	<b>127 RPM</b>	Max prop diam:	<b>6300,0 mm</b>
Rated power:	<b>10185,0 kW</b>	Design speed:	<b>15,00 kt</b>
Gear efficiency:	<b>1,00</b>	Reference power:	<b>10185,0 kW</b>
Gear ratio:	<b>1,000</b>	Design point:	<b>0,850</b>
Shaft efficiency:	<b>0,97</b>	Reference RPM:	<b>127,0</b>
		Design point:	<b>1,030</b>

# Propulsion

10 jun 2014 08:50

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Description

File name

Petrolero Productos 55000 TPM

Predicción de potencia

1. Predicción de Potencia.hcnc

## Symbols and values

SPEED = Vessel speed  
FN = Froude number [LWL]  
FV = Froude number [VOL]  
PETOTAL = Total vessel effective power  
WFT = Taylor wake fraction coefficient  
THD = Thrust deduction coefficient  
EFFR = Relative-rotative efficiency  
RPMENG = Engine RPM  
PBPROP = Brake power per propulsor  
  
QPROP = Propulsor open water torque  
PDPROP = Delivered power per propulsor  
PSPROP = Shaft power per propulsor  
PSTOTAL = Total vessel shaft power  
PBTOTAL = Total vessel brake power  
TRANSP = Transport factor  
FUEL = Fuel rate per engine  
LOADENG = Percentage of engine max available power at given RPM  
  
RPMPROP = Propulsor RPM  
EFO = Propulsor open-water efficiency  
EFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]  
THRPROP = Open-water thrust per propulsor  
DELTHR = Total vessel delivered thrust  
NETTOW = Total vessel net tow pull  
CPPITCH = Operational pitch of CPP  
  
J = Propulsor advance coefficient  
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]  
KQ = Propulsor torque coefficient  
KTJ2 = Propulsor thrust loading ratio  
KQJ3 = Propulsor torque loading ratio  
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient  
CP = Propulsor thrust loading coefficient  
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R  
KTN = Nozzle thrust coefficient  
  
SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed  
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM  
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R  
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed  
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria  
PRESS = Average propeller loading pressure  
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage  
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]  
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation  
  
+ = Design speed indicator  
\* = Exceeds recommended parameter limit  
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]  
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]  
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]  
--- = Insignificant or not applicable

# Propulsion

10 jun 2014 08:51

HydroComp NavCad 2012

Project ID **Petrolero Productos 55000 TPM**

Description **Predicción de potencia**

File name **1. Predicción de Potencia.hcnc**

## Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	6300,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[On] Standard	RPM constraint:	
Rudder location:	Behind propeller	Limit [RPM/s]:	
Friction line:	ITTC-57	Water properties	
Hull form factor:	1,340	Water type:	Salt
Corr allowance:	ITTC-78 (v2008)	Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:	[Off] 0,15	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

## Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,17	0,84	6,16	2,50
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

## Prediction results [System]

	HULL-PROPULSOR				ENGINE				
SPEED [kt]	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	FUEL [L/h]	LOADENG [%]	
11,00	1446,2	0,4594	0,2065	1,0149	89	2597,2	---	25,5	
12,00	1947,1	0,4586	0,2065	1,0149	98	3450,6	---	33,9	
13,00	2552,5	0,4580	0,2065	1,0149	106	4474,2	---	43,9	
14,00	3280,7	0,4574	0,2065	1,0149	115	5702,2	---	56,0	
+ 15,00 +	4160,2	0,4568	0,2065	1,0149	124	7189,4	---	70,6	
16,00	5232,9	0,4563	0,2065	1,0149	134	9020,1	---	88,6	
17,00	6557,9	0,4559	0,2065	1,0149	144	11316,2	---	111,1	
18,00	8214,4	0,4554	0,2065	1,0149	155	14246,4	---	139,9	
19,00	10300,9	0,4550	0,2065	1,0149	167	18029,0	---	177,0	
	POWER DELIVERY								
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP		
11,00	89	274,98	2519,3	2597,2	2597,2	2597,2	---		
12,00	98	332,68	3347,1	3450,6	3450,6	3450,6	---		
13,00	106	395,94	4340,0	4474,2	4474,2	4474,2	---		
14,00	115	465,86	5531,1	5702,2	5702,2	5702,2	872,2		
+ 15,00 +	124	544,35	6973,7	7189,4	7189,4	7189,4	741,2		
16,00	134	634,27	8749,5	9020,1	9020,1	9020,1	630,1		
17,00	144	739,47	10976,8	11316,2	11316,2	11316,2	533,7		
18,00	155	864,71	13819,0	14246,4	14246,4	14246,4	448,8		
19,00	167	1015,35	17488,2	18029,0	18029,0	18029,0	374,4		
	EFFICIENCY		THRUST						
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]					
11,00	0,4710	0,6806	393,66	312,35					
12,00	0,4693	0,6771	477,01	378,49					
13,00	0,4678	0,6742	568,46	451,05					
14,00	0,4663	0,6712	669,76	531,43					
+ 15,00 +	0,4643	0,6677	783,97	622,05					
16,00	0,4615	0,6630	915,68	726,56					
17,00	0,4575	0,6568	1071,05	849,84					
18,00	0,4522	0,6487	1257,75	997,97					
19,00	0,4455	0,6386	1484,43	1177,84					

# Propulsion

10 jun 2014 08:51

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Description

File name

Petrolero Productos 55000 TPM

Predicción de potencia

1. Predicción de Potencia.hcnc

## Prediction results [Propulsor]

	PROPULSOR COEFS								
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
11,00	0,3683	0,1765	0,02196	1,3009	0,43955	3,3127	6,9296	2,23e7	
12,00	0,3664	0,1773	0,02203	1,321	0,448	3,3639	7,0627	2,45e7	
13,00	0,3647	0,1780	0,02209	1,3381	0,45523	3,4076	7,1767	2,67e7	
14,00	0,3630	0,1788	0,02215	1,3564	0,46298	3,4541	7,2989	2,89e7	
+ 15,00 +	0,3608	0,1797	0,02223	1,3803	0,47316	3,5149	7,4595	3,12e7	
16,00	0,3578	0,1811	0,02234	1,4144	0,4878	3,6016	7,6901	3,36e7	
17,00	0,3536	0,1829	0,02249	1,4629	0,50889	3,7253	8,0228	3,61e7	
18,00	0,3480	0,1853	0,02269	1,5299	0,53842	3,8959	8,4883	3,89e7	
19,00	0,3411	0,1883	0,02294	1,6182	0,57807	4,1207	9,1134	4,19e7	
	CAVITATION								
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
11,00	40,24	5,46	1,10	26,10	0,400	24,00	2,0	2,0	3180,3
12,00	33,72	4,53	0,91	28,66	0,443	29,09	2,0	2,0	3176,3
13,00	28,66	3,81	0,77	31,22	0,489	34,66	2,0	2,0	3172,9
14,00	24,66	3,25	0,65	33,82	0,541	40,84	2,0	2,0	3169,3
+ 15,00 +	21,44	2,79	0,56	36,49	0,599	47,80	2,0	2,0	3164,7
16,00	18,81	2,41	0,48	39,29	0,666	55,83 !	2,3	2,3	3158,3
17,00	16,63	2,08	0,42	42,28	0,745	65,31 !!	3,1	3,1	3149,6
18,00	14,81	1,79	0,36	45,52	0,840	76,69 !!	4,4	4,4	3138,0
19,00	13,27	1,54	0,31	49,06 !	0,956	90,51 !!	6,5	6,5	3123,7

# Propulsion

10 jun 2014 08:51

HydroComp NavCad 2012

Project ID **Petrolero Productos 55000 TPM**

Description **Predicción de potencia**

File name **1. Predicción de Potencia.hcnc**

## Hull data

General		Planing	
Configuration:	<b>Monohull</b>	Proj chine length:	<b>0,000 m</b>
Chine type:	<b>Round/multiple</b>	Proj bottom area:	<b>0,0 m2</b>
Length on WL:	<b>198,400 m</b>	LCG fwd TR:	<b>[XCG/LP 0,000] 0,000 m</b>
Max beam on WL:	<b>[LWL/BWL 6,161] 32,200 m</b>	VCG below WL:	<b>0,000 m</b>
Max molded draft:	<b>[BWL/T 2,496] 12,900 m</b>	Aft station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
Displacement:	<b>[CB 0,833] 70413,00 t</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Wetted surface:	<b>[CWS 5,972] 10011,2 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
ITTC-78 (CT)		Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
LCB fwd TR:	<b>[XCB/LWL 0,526] 104,400 m</b>	Fwd station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR:	<b>[XCF/LWL 0,505] 100,100 m</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Max section area:	<b>[CX 0,989] 410,9 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
Waterplane area:	<b>[CWP 0,905] 5783,3 m2</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Bulb section area:	<b>53499,8 m2</b>	Propulsor type:	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>44,300 m</b>	Propeller diameter:	<b>6300,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>201,200 m</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Transom area:	<b>[ATR/AX 0,076] 31,3 m2</b>	Position fwd TR:	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL:	<b>[BTR/BWL 0,360] 11,600 m</b>	Position below WL:	<b>0,000 m</b>
Transom immersion:	<b>[TTR/T 0,209] 2,700 m</b>		
Half entrance angle:	<b>57,00 deg</b>		
Bow shape factor:	<b>[AVG flow] 0,0</b>		
Stern shape factor:	<b>[AVG flow] 0,0</b>		

## Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	<b>1</b>	Oblique angle corr:	<b>Off</b>
Propulsor type:	<b>Propeller series</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Propeller type:	<b>FPP</b>	Added rise of run:	<b>0,00 deg</b>
Propeller series:	<b>B Series</b>	Propeller cup:	<b>0,0 mm</b>
Propeller sizing:	<b>By power</b>	KTKQ corrections:	<b>Custom</b>
KTKQ file:		Scale correction:	<b>None</b>
Blade count:	<b>6</b>	KT multiplier:	<b>1,00</b>
Expanded area ratio:	<b>0,6627</b>	KQ multiplier:	<b>1,00</b>
Propeller diameter:	<b>5613,3 mm</b>	Blade T/C [0.7R]:	<b>0,00</b>
Propeller mean pitch:	<b>[P/D 0,6697] 3759,1 mm</b>	Roughness:	<b>0,00 mm</b>
Hub immersion:	<b>9300,0 mm</b>	Cav breakdown:	<b>Off</b>
Engine/gear		Nozzle L/D:	<b>0,50</b>
Engine data:	<b>Wärtsilä RT-flex 48T</b>	Design condition	
Rated RPM:	<b>127 RPM</b>	Max prop diam:	<b>6300,0 mm</b>
Rated power:	<b>10185,0 kW</b>	Design speed:	<b>15,00 kt</b>
Gear efficiency:	<b>1,00</b>	Reference power:	<b>10185,0 kW</b>
Gear ratio:	<b>1,000</b>	Design point:	<b>0,850</b>
Shaft efficiency:	<b>0,97</b>	Reference RPM:	<b>127,0</b>
		Design point:	<b>1,030</b>



# Propulsion

10 jun 2014 08:51

HydroComp NavCad 2012

Project ID

Description

File name

Petrolero Productos 55000 TPM

Predicción de potencia

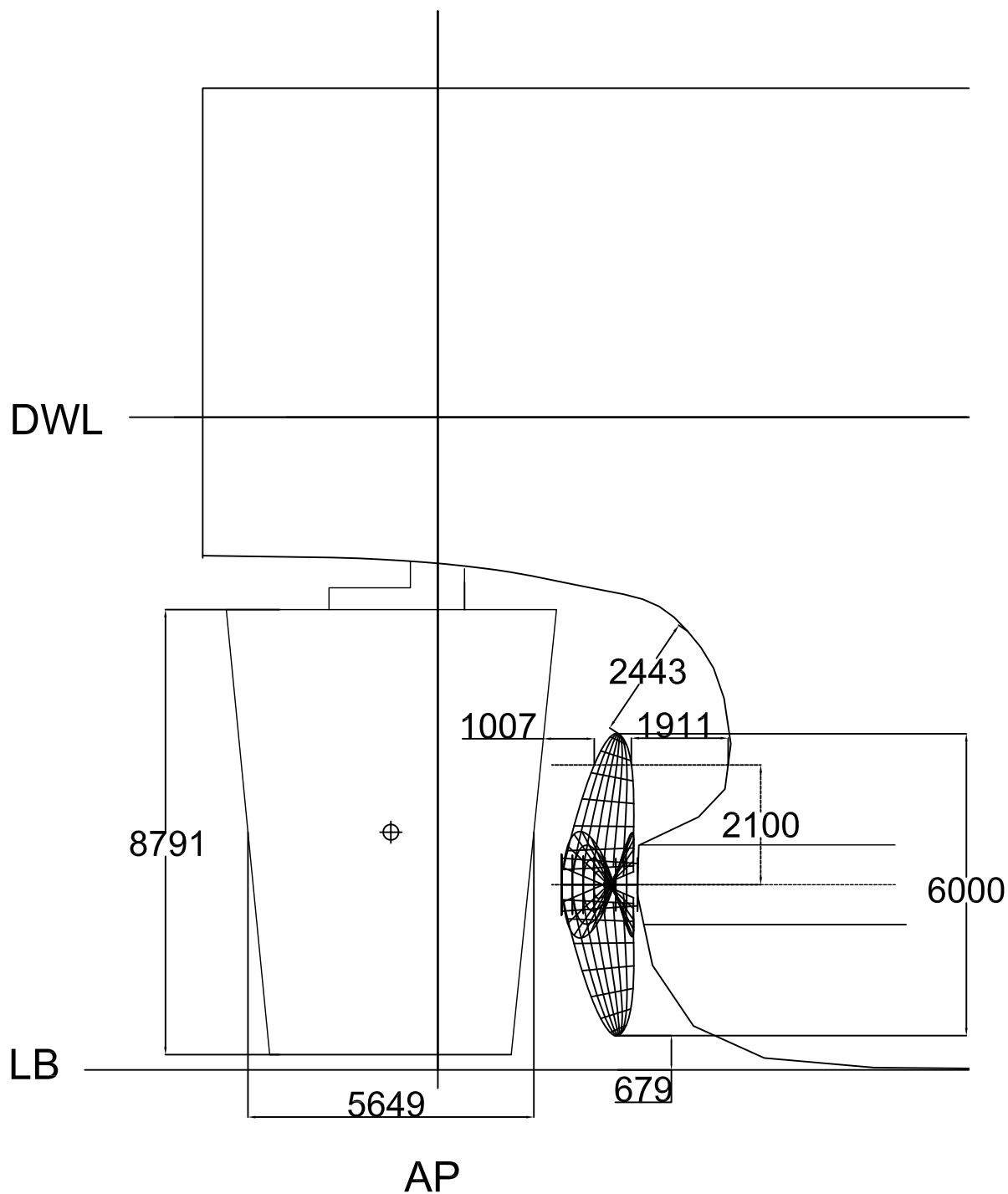
1. Predicción de Potencia.hcnc

## Symbols and values

SPEED = Vessel speed  
FN = Froude number [LWL]  
FV = Froude number [VOL]  
PETOTAL = Total vessel effective power  
WFT = Taylor wake fraction coefficient  
THD = Thrust deduction coefficient  
EFFR = Relative-rotative efficiency  
RPMENG = Engine RPM  
PBPROP = Brake power per propulsor  
  
QPROP = Propulsor open water torque  
PDPROP = Delivered power per propulsor  
PSPROP = Shaft power per propulsor  
PSTOTAL = Total vessel shaft power  
PBTOTAL = Total vessel brake power  
TRANSP = Transport factor  
FUEL = Fuel rate per engine  
LOADENG = Percentage of engine max available power at given RPM  
  
RPMPROP = Propulsor RPM  
EFO = Propulsor open-water efficiency  
EFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]  
THRPROP = Open-water thrust per propulsor  
DELTHR = Total vessel delivered thrust  
NETTOW = Total vessel net tow pull  
CPPITCH = Operational pitch of CPP  
  
J = Propulsor advance coefficient  
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]  
KQ = Propulsor torque coefficient  
KTJ2 = Propulsor thrust loading ratio  
KQJ3 = Propulsor torque loading ratio  
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient  
CP = Propulsor thrust loading coefficient  
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R  
KTN = Nozzle thrust coefficient  
  
SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed  
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM  
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R  
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed  
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria  
PRESS = Average propeller loading pressure  
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage  
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]  
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation  
  
+ = Design speed indicator  
\* = Exceeds recommended parameter limit  
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]  
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]  
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]  
--- = Insignificant or not applicable

# **ANEXO II**

## **Plano del codaste**



Escola Politécnica Superior  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto N°: 14-102

Proyecto: PETROLERO DE PRODUCTOS DE 55000 TPM

Fecha: SEP 2014

Título del Plano: PLANO DEL CODASTE

Plano N°: 1/1

ESCALA 1:125

Autor: LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

Firma:

---

## CUADERNO 7 –DISPOSICIÓN GENERAL

---



# Petrolero de Productos 55000 TPM

LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

Proyecto nº 14-102

TUTOR: RAÚL VILLA CARO

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1. RPA .....	3
2. Introducción. ....	4
3. Características. ....	4
3.1. Visibilidad del puente de gobierno. ....	4
3.2. Medios de salvamento. ....	5
3.3. Cubierta. ....	6
3.4. Propulsión de proa. ....	6
4. Disposición general de la zona de carga. ....	6
4.1. Aireación de tanques. ....	7
4.2. Servicio de tanques. ....	7
5. Disposición general de la habilitación.....	8
5.1. Reglamentación específica (disposición de habilitación).....	10
5.2. Características generales de la habilitación. ....	13
5.2.1. Cubierta principal.....	13
5.2.2. Cubierta de habilitación nº1. ....	15
5.2.3. Cubierta de habilitación nº2. ....	17
5.2.4. Cubierta de habilitación nº3. ....	19
5.2.5. Cubierta de habilitación nº4. ....	21
5.2.6. Puente de gobierno.....	23
6. Bibliografía. ....	25

## 1. RPA



### GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL

#### TRABAJO FIN DE GRADO

*CURSO 2.013-2014*

#### **PROYECTO NÚMERO 14-102**

**TIPO DE BUQUE:** PETROLERO DE PRODUCTOS

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DET NORSKE VERITAS. SOLAS. MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 55.000 T.P.M. Derivados del petróleo con densidad máxima 0,86 g/ml.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15 nudos en condiciones de servicio. 85 % MCR+ 15% de margen de mar. 9.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Bombas de carga y descarga en los tanques de carga. Calefacción en tanques de carga.

**PROPULSIÓN:** Motor diesel directamente acoplado

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 20 Personas en camarotes individuales.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, Setiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

## **2. INTRODUCCIÓN.**

Este cuaderno pretende establecer en un plano el diseño conceptual del buque proyecto así como todas sus características principales, para ello se realizará un plano de disposición general. O sea que dicho cuaderno constará de dos partes:

- Justificación escrita de la localización de espacios y de sus accesos, empezando bien desde proa o desde popa.
- Representación gráfica de dicho plano de disposición general, el cual se muestra al final de este cuaderno. (Anexo I).

## **3. CARACTERÍSTICAS.**

Las bases que regulan la disposición general del buque son fundamentalmente las que se recogen en el convenio internacional SOLAS (Convenio para la seguridad de la Vida Humana en la Mar).

### **3.1. Visibilidad del puente de gobierno.**

Este tipo de buque se caracteriza por presentar una disposición de la habitación y por tanto también del puente, a popa del buque. Esta disposición supone un mejor aprovechamiento del espacio pero implica cumplir con una serie de requisitos, entre los cuales se encuentra, altura necesaria del puente de gobierno o puente de mando, con el fin de obtener una correcta visibilidad y por motivos de seguridad.

Es necesario y obligatorio ver por encima de la amurada, 1,5 veces la eslora del buque, en la peor de las condiciones de carga, que en nuestro caso se trata de la condición de carga "Salida en lastre", ya que es la que posee el mayor trimado ( $t=2,62$  m), lo que se verifica si se cumple la fórmula:

$$h_{min} = (X + 1,5 * L_{pp}) * \left( \frac{h_1}{1,5 * L_{pp}} \right)$$

Siendo:

$X$  = distancia desde el puente de mando hasta el extremo de la amurada,  
medida directamente en el plano, igual a 166 m.

$h_1$  = altura desde la línea base del punto más alto de la amurada, igual  
a 22,4 m.

$L_{pp} = 193,6 \text{ m}$

$$h_{\min} = (166 + 1,5 * 193,6) * \left( \frac{22,4}{1,5 * 193,6} \right)$$

$$h_{\min} = 35,20 \text{ m}$$

Nuestra altura sería la distancia vertical medida desde la línea base, hasta el punto situado a la mitad de la altura del puente de gobierno, que si medimos en el plano tenemos:

$$h_{\text{real}} = 37,3 \text{ m}$$

Por tanto, se cumple que la altura real es mayor que la altura mínima:

$$37,30 > 35,20 \quad \text{CUMPLE}$$

### 3.2. Medios de salvamento.

Se dispone en el buque de un bote salvavidas por popa que deberá tener capacidad para el 100% de la tripulación (20 personas), así como una embarcación de supervivencia que hará las funciones de bote de rescate (SOLAS parte B, Regla 26). Además se dispondrán de balsas autoinflables con capacidad para el 100% de la tripulación en cada costado (SOLAS parte B, Regla 26).



### **3.3. Cubierta.**

La disposición de la cubierta se ha realizado de acuerdo al SOLAS, dejando en cualquier punto dos vías de evacuación y respetando anchos de pasillos y escaleras. Donde solo haya una vía de escape, se limitará la longitud del pasillo por debajo de 7 metros.

### **3.4. Propulsión de proa.**

El buque dispondrá de un propulsor de proa, el cual no es más que un empujador transversal, formado por una hélice, de paso fijo o controlable, dispuesto en un túnel situado en la parte baja del casco, en este caso a proa. La elección de dotar al buque de propulsor de proa es que el buque base lo lleva.

## **4. DISPOSICIÓN GENERAL DE LA ZONA DE CARGA.**

Puesto que el buque proyecto se destinará al transporte de productos refinados del petróleo, su compartimentación en la zona de carga será muy similar a la de este tipo de buques.

En nuestro caso, el buque dispondrá de un total de 14 tanques de carga, entre los cuales se incluyen 2 tanques “slops”.

Puesto que el buque se destina al transporte de productos petrolíferos no es necesario introducir cofferdams dentro de la zona de carga, sin embargo se ha optado por poner un cofferdam que separa la zona de carga de la zona de proa, ya que el buque base lo lleva. Por otro lado, por transportar productos petrolíferos, MARPOL obliga a disponer de un doble casco mayor o igual a 1 m.

En nuestro caso, según se ha visto en el cuaderno 4, es de 2 m, espacio que se aprovecha como tanques de lastre.

La variedad de posibles situaciones de carga derivada de la disparidad de características de los productos transportables por el buque, da lugar a un alto grado de compartimentación en lo referente a los tanque de lastre (14 tanques en el doble fondo, 14 tanques laterales, a parte de los piques de proa y popa, y

la posibilidad de lastrar el tanque situado en popa). De este modo se facilita la capacidad de equilibrado de cualquier situación de carga que se pueda producir.

#### **4.1. Aireación de tanques.**

Los puntos de venteo de los tanques estarán situados a más de 4 metros de altura sobre la pasarela del buque y a más de 15 metros de la de cualquier punto no hermético de la habitación, cumpliendo así los requerimientos del SOLAS parte D, Regla 59, estos puntos se encuentran en las torres de desgasificación, las cuales se observan en la disposición general situadas a proa y popa de la grúa de carga.

#### **4.2. Servicio de tanques.**

Los tanques destinados al transporte de productos petrolíferos tienen la necesidad de disponer de 3 servicios.

- Calefacción de tanques: dicha calefacción se efectuará por medio de aceite térmico, y tan solo será instalado en las 3 primeras parejas de tanques de carga. Este servicio es necesario para poder efectuar el trasiego de ciertos productos que, por su alta viscosidad a temperatura ambiente, sería imposible bombear en condiciones normales.
- Limpieza de tanques: la cual se efectuará por medio de agua dulce industrial.
- Gas inerte: que se realizará por medio de nitrógeno debido a que el anhídrido carbónico puede contaminar algunos de los productos transportados.

## **5. DISPOSICIÓN GENERAL DE LA HABILITACIÓN.**

El buque se caracteriza por poder alojar a una tripulación de 20 personas, las cual se puede desglosar en las siguientes categorías:

- JEFES:
  - Capitán: 1 persona.
  - Jefe de máquinas: 1 persona.
- OFICIALES:
  - De máquinas: 3 personas.
  - De puente: 3 personas.
  - De carga y descarga: 1 persona.
  - De seguridad a bordo: 1 persona.
- MAESTRANZA:
  - De máquinas (calderero): 1 persona.
  - De cubierta (contramaestre): 1 persona.
  - De cocina (cocinero): 1 persona.
- MARINERÍA:
  - De cubierta: 2 personas.
  - De máquinas: 2 personas.
  - Bomberos: 3 personas.

En total suman 20 tripulantes. Luego en función de esta tripulación, el buque dispondrá de los siguientes camarotes:

- Camarotes de primera categoría= 3 (capitán, jefe de máquinas, camarote libre para práctico, armador, etc.).
- Camarote de segunda categoría=8.
- Camarotes de tercera categoría=10.

Los camarotes serán todos individuales y con aseo propio.

A parte de los camarotes definidos anteriormente, se incluye en las cubiertas de habilitación, los siguientes espacios comunes:

- ❖ Comedor de oficiales.
- ❖ 3 Salas de reuniones.
- ❖ Comedor de marinería.
- ❖ Sala de estar de marinería.
- ❖ Oficina de máquinas.
- ❖ Oficina de puente.
- ❖ Sala de puente.
- ❖ Sala de proyección.
- ❖ Taller.
- ❖ Enfermería.
- ❖ Sala de informática.
- ❖ Gimnasio.
- ❖ Lavandería.
- ❖ Biblioteca.
- ❖ 7 Zonas entre servicios comunes y vestuarios.
- ❖ 4 Salas de ocio.

### **5.1. Reglamentación específica (disposición de habilitación).**

Dentro de la reglamentación específica a aplicar en el diseño de la disposición general de habilitación del buque, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Conferencia Internacional del Trabajo:
  - Convenio 133, “Convenio relativo al alojamiento de la tripulación a bordo”.
    - Artículo 5. Los dormitorios deben ser de un espacio libre superior a 4,75 m<sup>2</sup>.
    - Las dimensiones de las camas serán de:
      - ✓ Capitán y jefe de máquinas 2000x1650 mm.
      - ✓ Resto de tripulación: 2000x1050 mm.
- SOLAS parte C. Regla 45:
  - En cada cubierta de acomodación han de existir al menos 2 salidas, sin incluir el ascensor, no puede haber corredores sin salida con una longitud superior a 7 metros y han de existir 2 medios de salida de la Cámara de máquinas.
- Convenio ILO.
  - Regla 3.1.
    - Alojamiento e instalaciones de Ocio.
      - ✓ Asegura a los tripulantes alojamiento decente e instalaciones recreativas a bordo. A través de:
        - El tamaño de las habitaciones y otros espacios de alojamiento.
        - Calefacción y ventilación.
        - Ruido, vibración y otros factores ambientales.

- Instalaciones sanitarias y relacionadas.
- Iluminación natural y artificial. Para ello se dotan los camarotes de posiciones para la disposición de ventanas al exterior.
- Alojamiento de hospital.
- Regla 3.2.
  - Alimentación y servicio de fonda.
    - ✓ Asegurar que los navegantes tienen el acceso al alimento de buena calidad y el agua potable proporciona en condiciones reguladas de manera higiénica. A través de:
      - Alimento y provisiones de agua potable: cantidad conveniente, valor alimenticio, calidad y variedad que tiene respeto al número de navegantes, sus religiones o culturas, y duración y naturales de viaje.
      - Departamento de abastecimiento de alimento correctamente organizado y equipado; preparación higiénica y porción.
      - Comidas adecuadas, variadas y nutritivas provistas gratis durante el contrato de los navegantes.
      - Personal de abastecimiento de alimento correctamente entrenado o instruido
      - Inspecciones frecuentes documentadas.

○ Regla 4.1.

- Atención médica a bordo de buques y en tierra. El propósito es proteger la salud de los tripulantes y asegurar su acceso sin falta a la asistencia médica tanto a bordo como en tierra. A través de:
  - ✓ Protección de salud y cuidado médico (y dental).
  - ✓ Forma de informe estándar médica.
  - ✓ Hospital e instalaciones de asistencia médica a bordo. Se dota al buque de enfermería.
  - ✓ Botiquín portátil; equipo médico y guía.
  - ✓ Doctor calificado médico.

## **5.2. Características generales de la habilitación.**

Analizando cubierta por cubierta, podemos destacar algunas de las características de la habilitación diseñada.

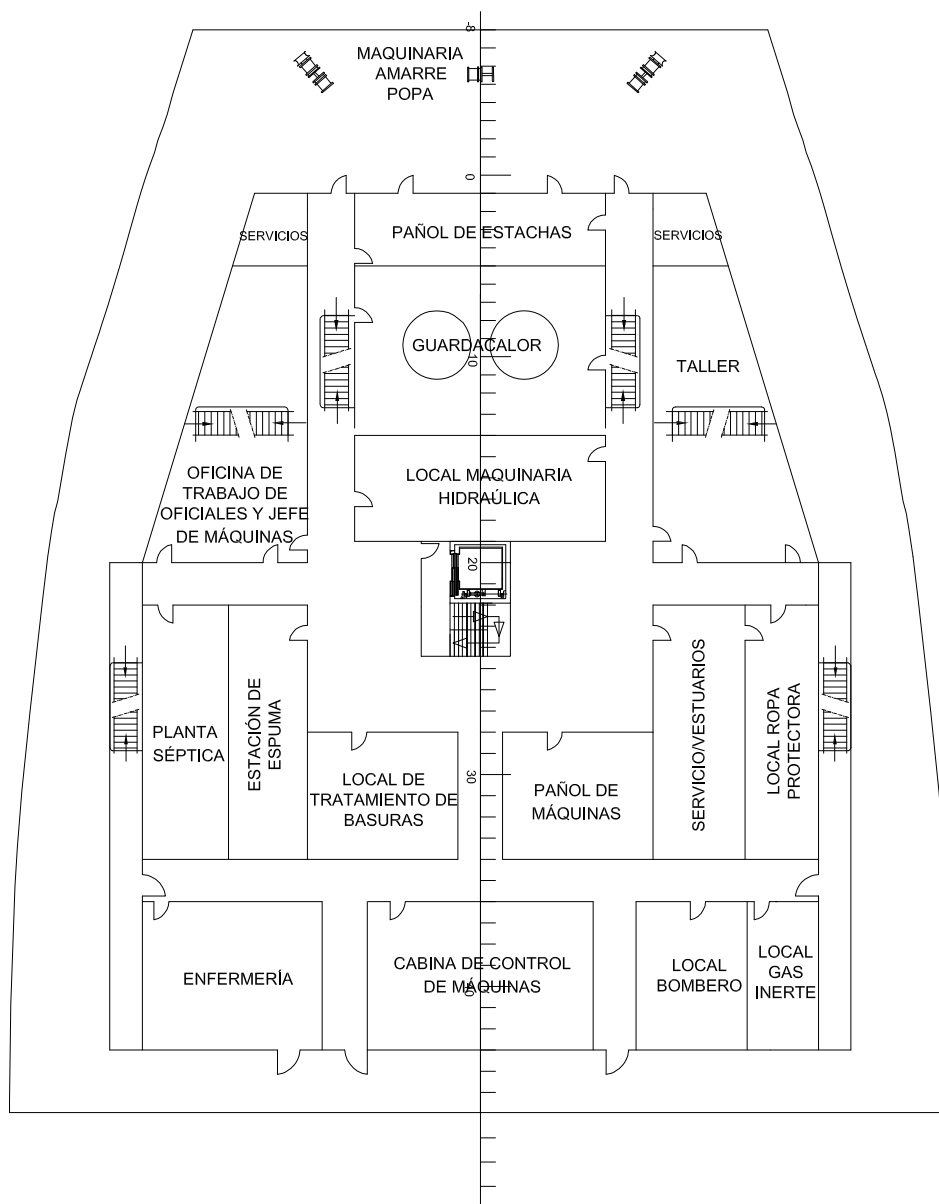
### **5.2.1. Cubierta principal.**

En esta cubierta se disponen fundamentalmente espacios de talleres, pañoles y espacios de máquinas (estación de espuma, local de tratamiento de basura, maquinaria hidráulica). La cabina de control de máquinas se dispone en el frontal de esta cubierta. En el mismo frontal se observan los locales de ropa protectora y la enfermería y local de gas inerte, todos estos habitáculos están unidos por un pasillo con salidas de emergencias al fondo de cada banda. El pañol de estachas se sitúa a popa, y dispone de la escotilla necesaria para la extracción de las mismas justo en la cubierta superior. Se observan además 2 escaleras situadas en la oficina de trabajo de oficiales y jefe de máquinas, y en el taller, desde el interior hacia la cubierta de habilitación n° 1 y a la cámara de máquinas. Del mismo modo dispondremos de sendos servicios públicos. Las 2 escaleras reglamentarias de bajada a cámara de máquinas están dispuestas simétricamente respecto a crujía, alrededor del Guardacalor.



## CUBIERTA PRINCIPAL

positivo ++++ ER



Escola Politécnica Superior  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto N°: 14-102

Proyecto: PETROLERO DE PRODUCTOS DE 55000 TPM

Fecha: SEP 2014

Título del Plano: PLANO CB. PRINCIPAL

Plano N°: 1/7

ESCALA 1:250

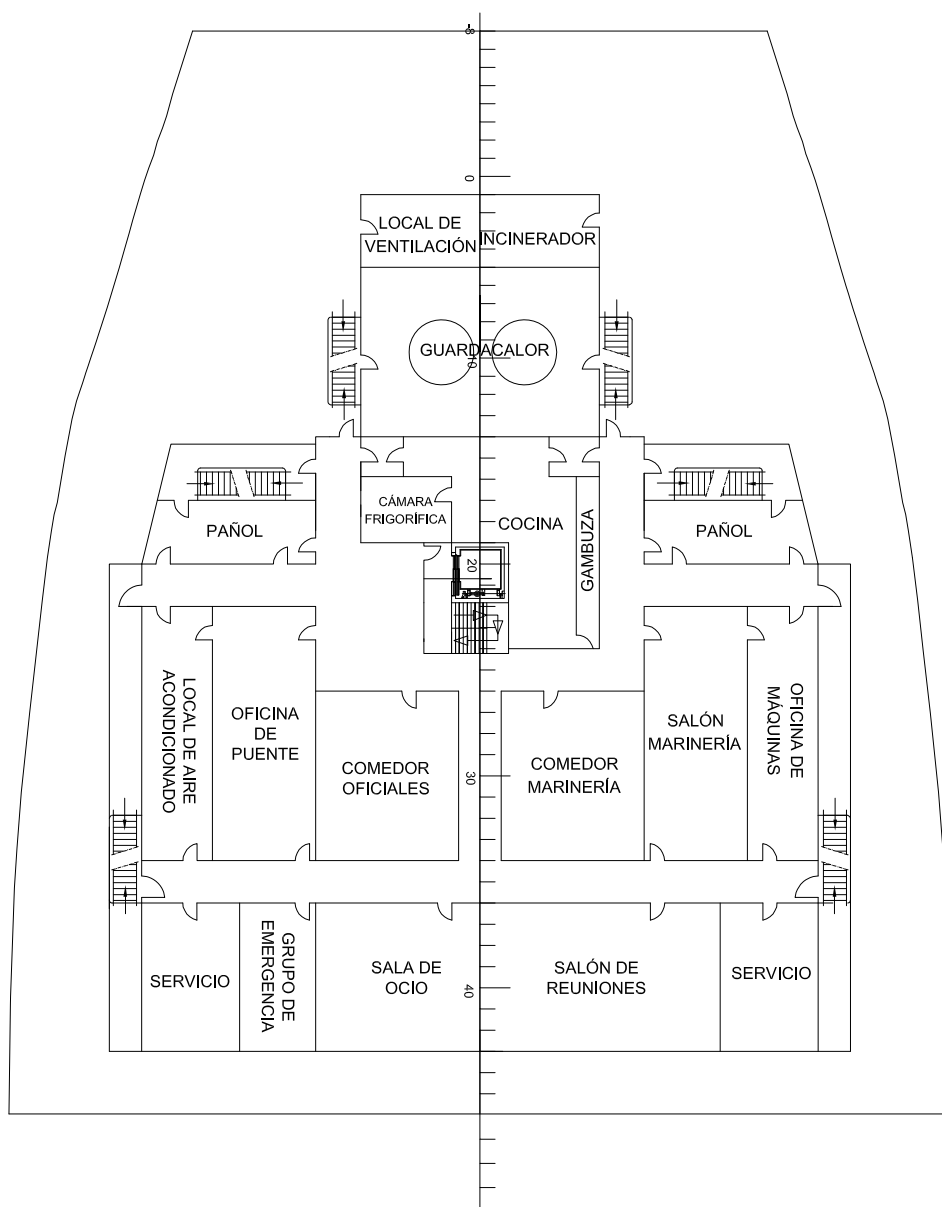
Autor: LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

Firma:

### **5.2.2. Cubierta de habitación n°1.**

Sobre esta cubierta se dispone la cocina con su cámara frigorífica y gambuza, los comedores con servicios, salas de reuniones, así como las oficinas de puente como la oficina de máquinas. Se dispone también del local del grupo de emergencia. Sobre esta cubierta se tiene también la salida desde cámara de máquinas al exterior alrededor del tronco del Guardacalor, además de las escaleras que comunican de forma interior con la cubierta principal, estas escaleras desembocan en el comedor de oficiales y el comedor de marinería respectivamente. De igual manera existen 8 puertas de salida al exterior para facilitar las evacuaciones. El incinerador está dispuesto en este nivel junto al Guardacalor para facilitar la evacuación de los gases emanados por éste. También se dispone de ascensor/montacargas el cual conecta hasta la cubierta de habitación n°4.

## CUBIERTA HABILITACIÓN Nº1



Escola Politécnica Superior  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto Nº: 14-102

Proyecto: PETROLERO DE PRODUCTOS DE 55000 TPM

Fecha: SEP 2014

Título del Plano: PLANO CB. HAB. Nº1

Plano Nº: 2/7

ESCALA 1:250

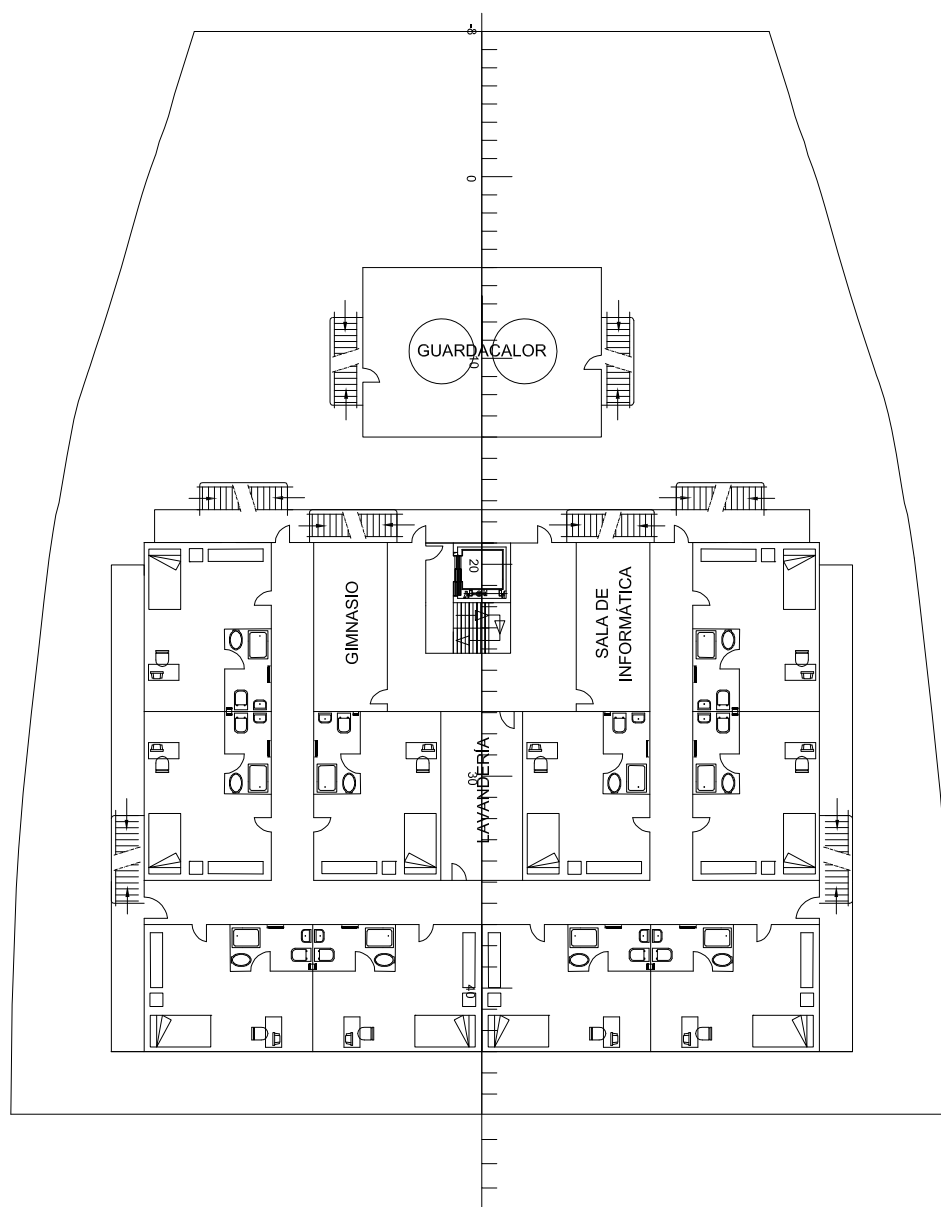
Autor: LETICIA Mª GUZMÁN GARCÍA

Firma:

### **5.2.3. Cubierta de habilitación nº2.**

Se disponen de 10 camarotes individuales, cada uno con aseo independiente. Desde esta cubierta se puede acceder al bote de caída libre por popa a través de una escalera. Además de la escalera alrededor del tronco del guardacalor, se dispone de 6 salidas al exterior comunicadas con el resto de cubiertas mediante escaleras. Disponemos de gimnasio, sala de informática y lavandería. También se dispone de ascensor/montacargas.

## CUBIERTA HABILITACIÓN Nº2



Escola Politécnica Superior  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto Nº: 14-102

Proyecto: PETROLERO DE PRODUCTOS DE 55000 TPM

Fecha: SEP 2014

Título del Plano: PLANO CB. HAB. Nº2

Plano Nº: 3/7

ESCALA 1:250

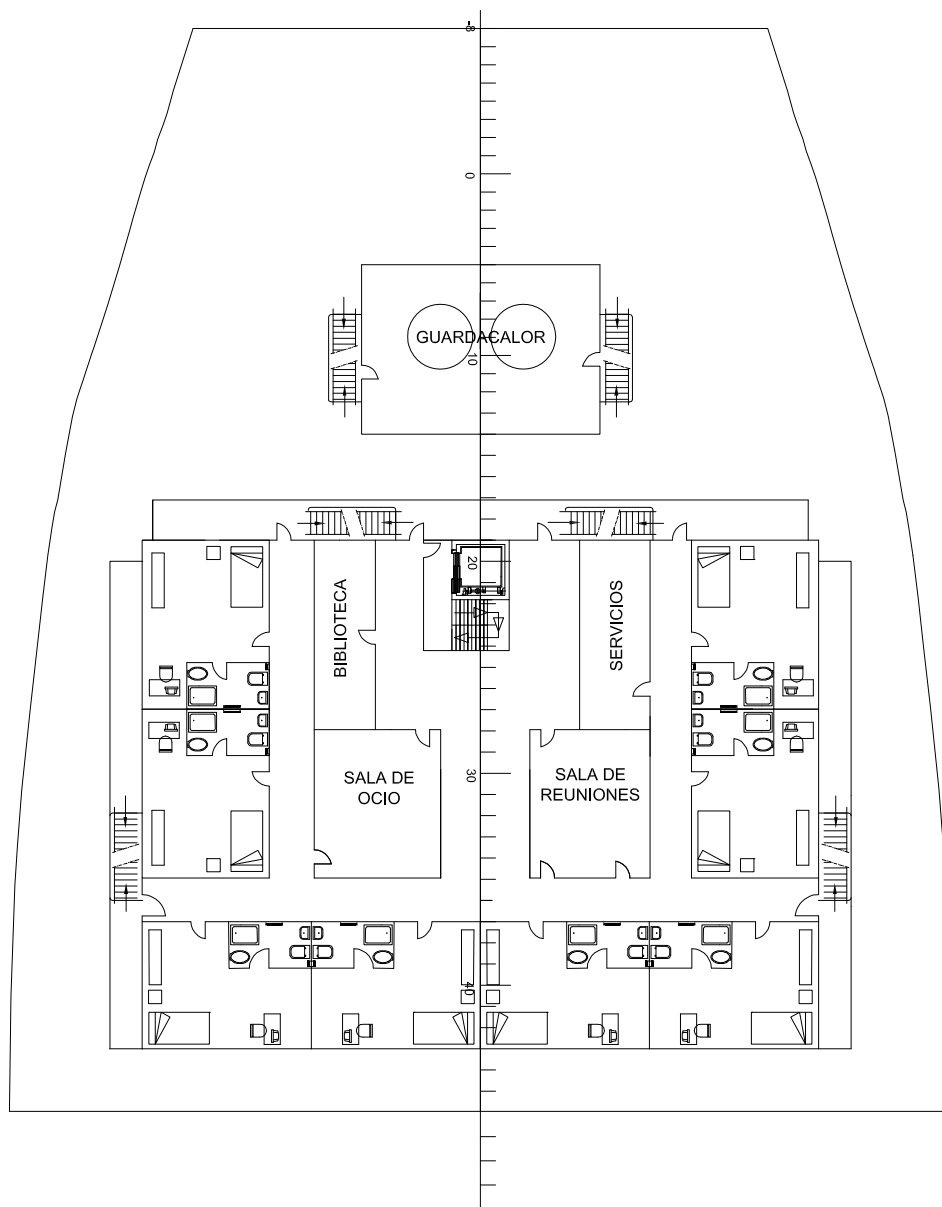
Autor: LETICIA Mª GUZMÁN GARCÍA

Firma:

#### **5.2.4. Cubierta de habitación nº3.**

En esta cubierta existen camarotes además del tronco de escaleras alrededor del guardacalor se dispone de 4 puertas de escape hacia la plataforma exterior, comunicadas con el resto de cubiertas mediante escaleras. También se dispone de ascensor/montacargas, 8 camarotes individuales con servicios propios y un servicio común. Además de una biblioteca, una sala de ocio, y una sala de reuniones.

## CUBIERTA HABILITACIÓN Nº3



Escola Politécnica Superior  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto Nº: 14-102

Proyecto: PETROLERO DE PRODUCTOS DE 55000 TPM

Fecha: SEP 2014

Título del Plano: PLANO CB. HAB. Nº3

Plano Nº: 4/7

ESCALA 1:250

Autor: LETICIA Mª GUZMÁN GARCÍA

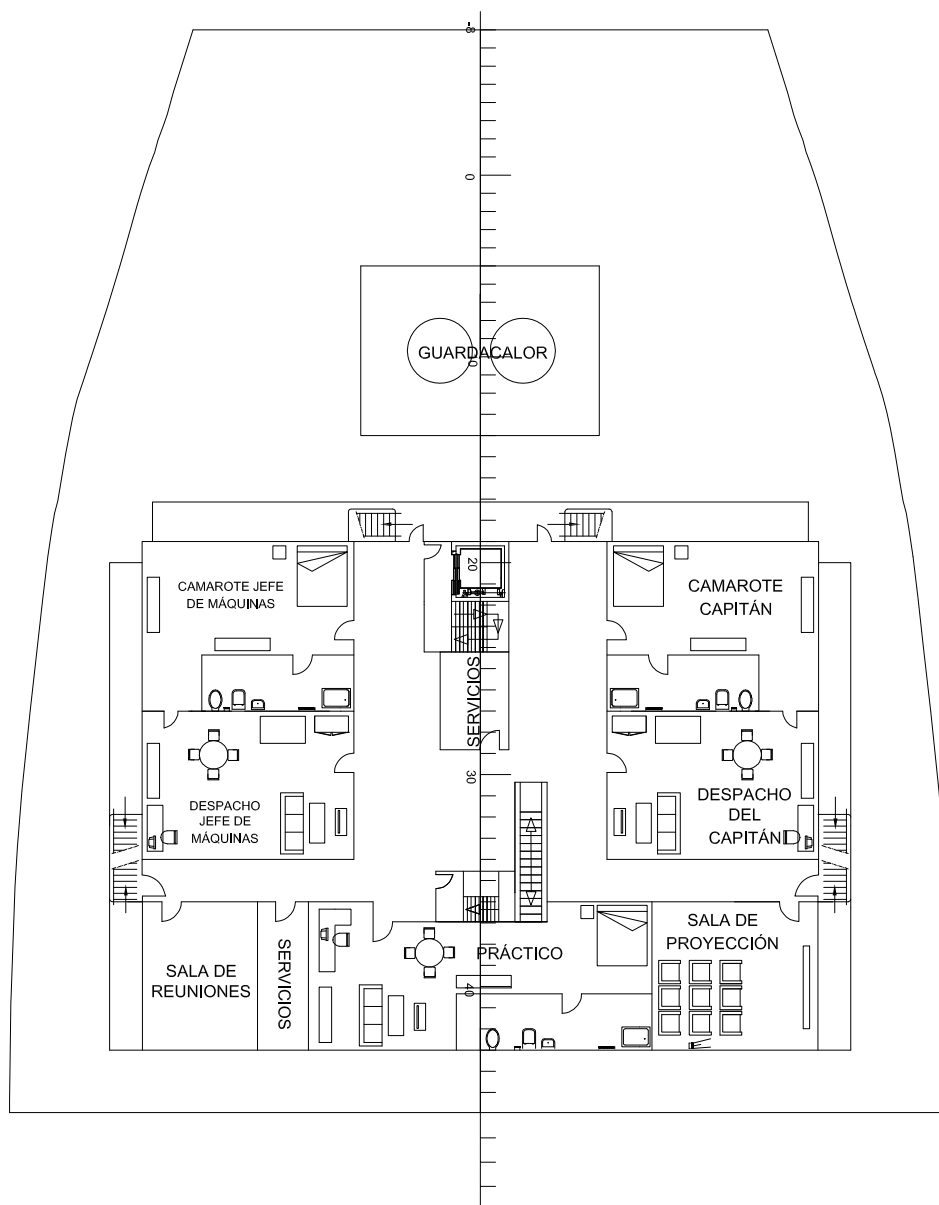
Firma:

#### **5.2.5. Cubierta de habitación nº4.**

Sigue la misma filosofía que la cubierta anterior, aunque en esta cubierta se hallan los camarotes del Jefe de máquinas, del Capitán, cada uno con despacho propio. Además hay un camarote a mayores, el práctico. A parte del tronco de escaleras alrededor del guardacalor. También se dispone de ascensor/montacargas y 4 salidas hacia la plataforma exterior. En total son 3 camarotes, sala de proyección, sala de reuniones y 2 servicios comunes.



## CUBIERTA HABILITACIÓN Nº4



Escola Politécnica Superior  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto Nº: 14-102

Proyecto: PETROLERO DE PRODUCTOS DE 55000 TPM

Fecha: SEP 2014

Título del Plano: PLANO CB. HAB. Nº4

Plano Nº: 5/7

ESCALA 1:250

Autor: LETICIA Mª GUZMÁN GARCÍA

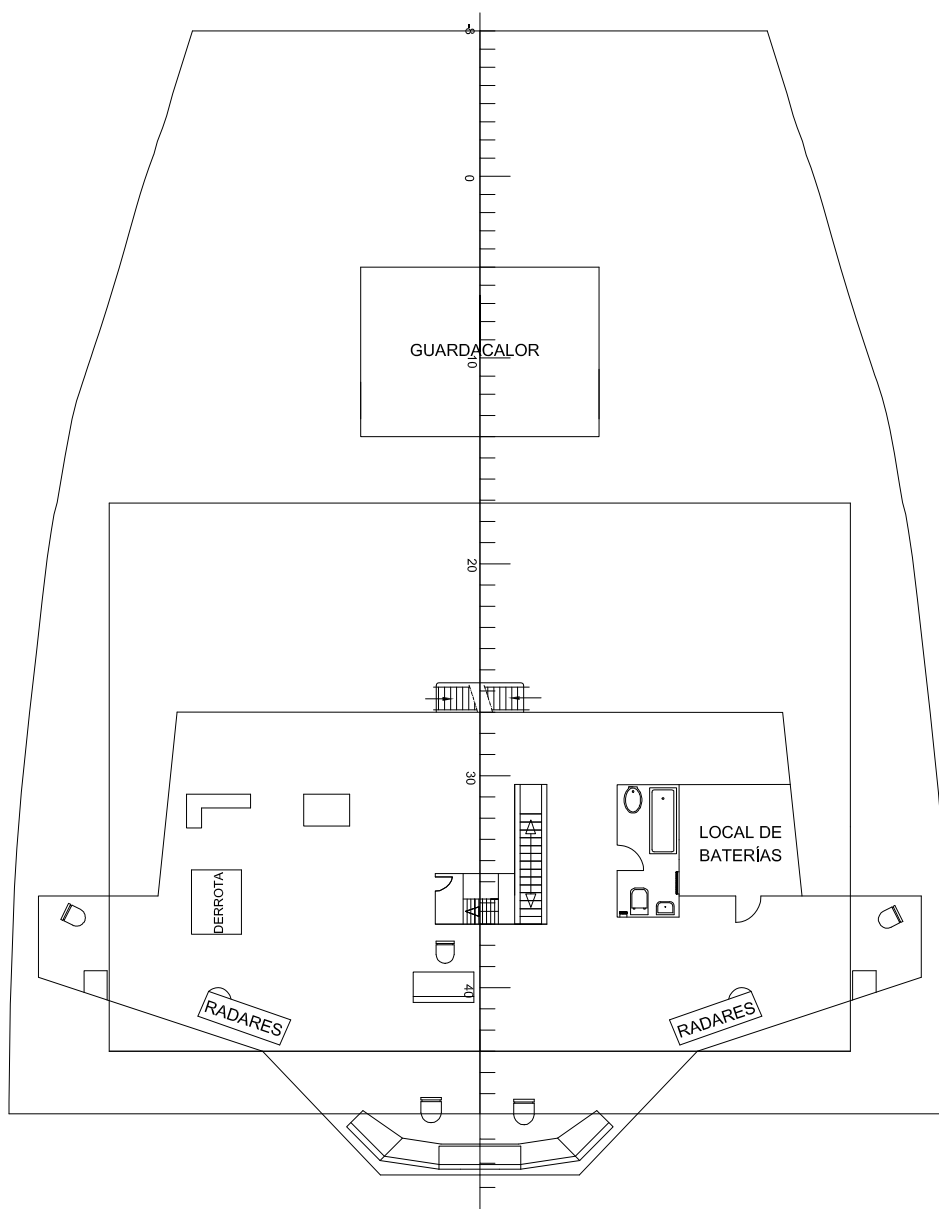
Firma:

#### **5.2.6. Puente de gobierno.**

En ella, se dispone del lado de popa y babor el local de baterías cuyo acceso será desde el exterior. En las proximidades de crujía y a popa se dispone un aseo. A estribor nos encontramos con el local de derrota donde se encuentra, la mesa de cartas de navegación, el faxímil, armarios, etc. En proa se encuentra la consola del puente de gobierno, controlada por una sola persona. A ambos lados de la consola se disponen los radares y los sónares.

Se comunica con la cubierta de habilitación nº4 a través de la escalera interna.

## PUENTE DE GOBIERNO



Escola Politécnica Superior  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto N°: 14-102

Proyecto: PETROLERO DE PRODUCTOS DE 55000 TPM

Fecha: SEP 2014

Título del Plano: PLANO CB. HAB. N°5

Plano N°: 6/7

ESCALA 1:250

Autor: LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

Firma:

## **6. BIBLIOGRAFÍA.**

- [1] Ricardo Alvariño Castro, Juan José Azpíroz y Manuel Meizoso; “*El proyecto básico del buque mercante*”, Ed. Fondo Editorial de Ingeniería Naval; Pub 1997.
- [2] Junco Ocampo, Fernando. *Descripción de buques*. Edición revisada 2005. ISBN: 84-96744-30-5. 2011. Reprografía del Noroeste, A Coruña.

# **ANEXO I**

## **Plano de disposición general**



---

## CUADERNO 8 –CUADERNA MAESTRA Y RESISTENCIA LONGITUDINAL

---



## Petrolero de Productos 55000 TPM

LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

Proyecto nº 14-102

TUTOR: RAÚL VILLA CARO

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1. RPA .....	4
2. Introducción. ....	5
3. Planteamiento de la estructura. Criterios de cálculo.....	5
3.1. Parámetros considerados. ....	5
3.2. Materiales empleados.....	6
4. Cálculo estructural. ....	7
4.1. Definiciones principales. ....	7
4.1.1. Calado de escantillonado. ....	7
4.1.2. Eslora de escantillonado. ....	7
4.1.3. Manga de escantillonado. ....	8
4.1.4. Puntal de escantillonado.....	8
4.1.5. Desplazamiento de escantillonado. ....	8
4.1.6. Coeficiente de bloque de escantillonado.....	8
4.2. Momentos flectores. Valores mínimos dados por el reglamento. ....	8
4.1.1. Momento flector en aguas tranquilas (Msw). ....	9
4.1.2. Momento flector en Olas (Mvw).....	9
4.3. Módulo Resistente. ....	10
4.4. Momento de Inercia.....	11
5. Cálculo de la cuaderna maestra. ....	11
5.1. Estructura del fondo y doble fondo. ....	12
5.1.1. Altura del doble fondo. ....	14
5.1.2. Espesor de la traca de quilla. ....	15
5.1.3. Espesor de una chapa del fondo. ....	15
5.1.4. Espesor de la chapa de pantoque. ....	16
5.1.5. Espesor de una chapa del techo del doble fondo. ....	16
5.1.6. Espesor de la quilla vertical.....	17
5.1.7. Longitudinales de fondo y pantoque. ....	17
5.1.8. Longitudinales de doble fondo.....	18
4.1.9. Espesor de las vagras. ....	19
4.1.10. Espesor de las varengas. ....	20
5.2. Estructura del forro. ....	20
5.2.1. Espesor del forro exterior. ....	23
5.2.2. Longitudinales del forro externo.....	24



5.2.3. Espesor de los longitudinales primarios del forro (Palmejares). ....	24
5.3. Estructura de cubierta.....	25
5.3.1. Espesor de cubierta.....	27
5.3.2. Espesor de la traca de trancanil. ....	27
5.3.3. Longitudinales de cubierta.....	28
5.3.4. Baos de la cubierta. ....	28
5.4. Mamparos. ....	29
5.4.1. Mamparo longitudinal de crujía.....	31
5.4.2. Mamparos del doble costado. ....	32
5.4.3. Longitudinales del mamparo de crujía y mamparos laterales. ....	33
5.4.4. Refuerzos transversales de los mamparos longitudinales. ....	33
6. Cálculo del momento de inercia y el módulo de la maestra.....	34
7. Resistencia Longitudinal.....	35
7.1. Distribución de pesos. ....	35
7.2. Curvas de pesos, empujes, fuerzas cortantes y momentos flectores.....	44
7.2.1. Condición 1. Salida a plena carga.....	45
7.2.2. Condición 2. Llegada a plena carga. ....	46
7.2.3. Condición 3. Salida en Lastre. ....	47
7.2.4. Condición 4. Llegada en Lastre.....	48
7.2.5. Condición 5. Lastre MARPOL.....	49
7.3. Momentos flectores.....	50
7.3.1. Momentos en aguas tranquilas.....	50
7.3.2. Momentos flectores en olas. ....	52
7.3.3. Momentos flectores totales.....	55
7.4. Módulo mínimo y módulo requerido.....	56
7.5. Esfuerzos cortantes.....	59
7.5.1. Esfuerzos cortantes en aguas tranquilas.....	59
7.5.2. Esfuerzos cortantes en olas.....	61
7.5.3. Esfuerzos cortantes totales. ....	64
7.5.4. Comprobación esfuerzos cortantes. ....	65
8. Conclusiones. ....	72
9. Bibliografía. ....	72

## 1. RPA



### GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL

#### TRABAJO FIN DE GRADO

*CURSO 2.013-2014*

#### **PROYECTO NÚMERO 14-102**

**TIPO DE BUQUE:** PETROLERO DE PRODUCTOS

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DET NORSKE VERITAS. SOLAS. MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 55.000 T.P.M. Derivados del petróleo con densidad máxima 0,86 g/ml.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15 nudos en condiciones de servicio. 85 % MCR+ 15% de margen de mar. 9.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Bombas de carga y descarga en los tanques de carga. Calefacción en tanques de carga.

**PROPULSIÓN:** Motor diesel directamente acoplado

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 20 Personas en camarotes individuales.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, Setiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

## **2. INTRODUCCIÓN.**

El objetivo de este cuaderno consiste en hacer una descripción de la estructura del buque, así como en realizar el escantillonado de la misma, en lo que hace referencia a la cuaderna maestra.

Para ello será necesario escantillonar todos los elementos que participan en la resistencia longitudinal del buque, que serán todos aquellos que son continuos en el 40% de la eslora del buque de proa y popa de la sección media.

También se dimensionarán elementos transversales que no participan en la resistencia longitudinal, pero que debido a su importancia han de ser escantillonados.

Solo se realizará el escantillonado de los elementos situados en la cuaderna maestra del buque que es aquella sección de mayor área.

Una vez realizado el cálculo de los escantillones de los diferentes elementos, se realizará el cálculo del módulo resistente de la cuaderna maestra, comprobándose que los valores obtenidos en módulo e inercia son mayores que los exigidos por la Sociedad de Clasificación (en este caso el DNV).

Finalmente se comprobará que el buque cumple en cuanto a resistencia longitudinal, no superando los momentos flectores y fuerzas cortantes, en las diferentes condiciones de carga, a los máximos permitidos por la Sociedad de Clasificación.

## **3. PLANTEAMIENTO DE LA ESTRUCTURA. CRITERIOS DE CÁLCULO.**

### **3.1. Parámetros considerados.**

La estructura del buque debe estar integrada en el proyecto y tiene que responder a una serie de requisitos, tanto globales como locales. En el diseño estructural han influido:

- Las formas, la estructura se ha tenido que adaptar a las formas hidrodinámicas calculadas, aunque bien es verdad que en su concepción

se consideraron aspectos estructurales para facilitar la construcción del buque intentando evitar, por ejemplo, complicadas curvaturas que obligan a un laborioso proceso de pliegue.

- La propulsión, debido a que en las zonas próximas al propulsor es necesario un especial cuidado en el diseño estructural para tratar de disminuir vibraciones.
- La maquinaria principal, porque en la zona en la que esta se encuentra es necesario un reforzado especial para una adecuada transmisión de esfuerzos y poder soportar así las elevadas tensiones a las que se somete a esta zona.
- Los tanques, su tamaño, su posición, sus medios de llenado y vaciado.
- Accesibilidad a todos los espacios durante la construcción de la estructura y posteriores inspecciones en la viga del buque.
- Habilitación, situación, tamaño y estructura.
- Equipos y servicios del buque que han hecho necesarias algunas soluciones estructurales específicas, como las plataformas en la cámara de máquinas.

### 3.2. Materiales empleados.

Todo acero empleado en este buque es acero comercial Grado A. Todos los elementos son de dimensiones y espesores comerciales, es decir no deberán hacerse a medida del astillero, dato especialmente importante a la hora de buscar suministradores e intentar conseguir los precios más ajustados. Toda la estructura del buque, es de acero estándar al carbono de calidad naval homologado por el DNV. Los materiales que se van a emplear en nuestro buque así como las características de los mismos se muestran a continuación:

Características del acero	Símbolo	Valor
Límite elástico	$\sigma_Y$	235 N/mm <sup>2</sup>
Módulo de Young	E	206000 N/mm <sup>2</sup>
Factor de acero de alta resiliencia	K <sub>L</sub>	1

## 4. CÁLCULO ESTRUCTURAL.

Todos los cálculos para el dimensionamiento de la cuaderna maestra se han realizado siguiendo el reglamento Det Norske Veritas.

### 4.1. Definiciones principales.

#### 4.1.1. Calado de escantillonado.

Para determinar el valor del calado de escantillonado nos fijaremos en el valor máximo de calado, dado en el estudio del cuaderno 5 para la condición de “Salida a plena carga”, cuyo valor es 12,61 m.

Lo tomaremos ligeramente superior a dicho valor máximo. Por lo que el calado de escantillonado quedará definido en 13 m. De esta forma se dota al buque de un margen estructural para prevenir casos en los que en algún momento de la vida útil del mismo, éste necesite de un mayor calado, bien sea por necesidades operativas o por accidente.

$$T_{escantillonado} = 13 \text{ m}$$

#### 4.1.2. Eslora de escantillonado.

La eslora de reglamento L, como la define el DNV (Pt.3 Ch.1 Sec.1, B101), es la distancia, en metros, medida en la flotación de carga de verano, desde la cara proel de la roda hasta el extremo de popa del codaste. L no será menor que el 96% y no excederá el 97% de la eslora máxima en la flotación de carga de verano.

Para un calado de 13 m:

- Eslora en la flotación: 198,40 m
- Eslora entre perpendiculares: 193,60 m.
- 96% de la eslora en la flotación: 190,50 m
- 97% de la eslora en la flotación: 192,45 m

Por tanto, tomaremos la eslora de reglamento como 192,45 m.

$$L_{escantillonado} = 192,45 \text{ m}$$

#### 4.1.3. Manga de escantillonado.

Será igual a la manga de trazado, 32,20 m.

$$B_{\text{escantillonado}} = 32,20 \text{ m}$$

#### 4.1.4. Puntal de escantillonado.

Será la distancia medida en el costado desde la Línea Base hasta la cara inferior de la cubierta más alta, 19,40 m.

$$D_{\text{escantillonado}} = 19,40 \text{ m}$$

#### 4.1.5. Desplazamiento de escantillonado.

Es el correspondiente al calado de escantillonado, es obtenido a partir del software Maxsurf, 71006 t.

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	71006	t
2	Volume (displaced)	69274,524	m³
3	Draft Amidships	13,000	m
4	Immersed depth	13,000	m
5	WL Length	198,427	m
6	Beam max extents o	32,200	m

$$\Delta_{\text{escantillonado}} = 71006 \text{ t}$$

#### 4.1.6. Coeficiente de bloque de escantillonado.

Será el correspondiente a las dimensiones de escantillonado.

$$Cb = \frac{\Delta}{\rho * L * B * T} = \frac{71006}{1,025 * 192,45 * 32,20 * 13} = 0,860$$

$$Cb_{\text{escantillonado}} = 0,86 \text{ m}$$

#### 4.2. Momentos flectores. Valores mínimos dados por el reglamento.

El momento flector se descompone en momento flector en aguas tranquilas y momento flector en olas.

El criterio de signos usado por el reglamento es el siguiente:

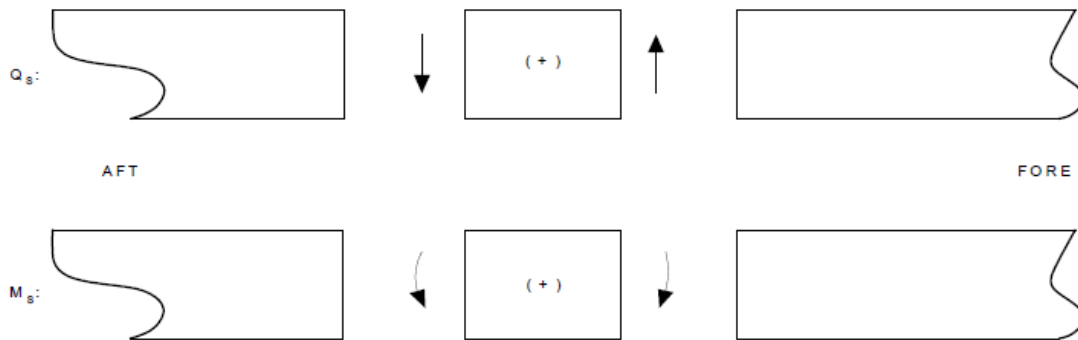


Figura 4.2.1.- Criterio de signos de Momentos flectores y Fuerzas Cortantes

#### 4.1.1. Momento flector en aguas tranquilas (Msw).

Según el DNV (Pt.3 Ch.1 Sec.5, B106), el momento flector en aguas tranquilas, Ms, que ha de tenerse en cuenta para los cálculos estructurales es el obtenido de la siguiente manera:

$$M_{sw} = C_{WU} * L^2 * B * (0,1225 - 0,015 * Cb) = kNm \text{ (hogging)}$$

$$M_{sw} = -0,065 * C_{WU} * L^2 * B * (Cb + 0,7) = kNm \text{ (sagging)}$$

Donde:

$$C_{WU} = 10,75 - \left( \frac{300 - L}{100} \right)^{\frac{3}{2}} \\ = 9,635. \text{ Para buques de esloras entre 150 y 300 m.}$$

$$M_{sw-hogging} = 9,635 * 192,45^2 * 32,20 * (0,1225 - 0,015 * 0,860)$$

$$M_{sw-hogging} = 1259324,60 \text{ kNm}$$

$$M_{sw-sagging} = -0,065 * 9,635 * 192,45^2 * 32,20 * (0,860 + 0,7)$$

$$M_{sw-sagging} = -1165105,05 \text{ kNm}$$

#### 4.1.2. Momento flector en Olas (Mvw).

Según el DNV (Pt.3 Ch.1 Sec.5, B201), el momento flector en olas, Mvw, se obtiene de la siguiente manera:

$$M_{vw} = 0,19 * \alpha * C_{wv} * L^2 * B * Cb = kNm \text{ (hogging)}$$

$$M_{vw} = -0,11 * \alpha * C_{wv} * L^2 * B * (Cb + 0,7) = kNm \text{ (sagging)}$$

$$M_{vw-hogging} = 0,19 * 1 * 9,635 * 192,45^2 * 32,20 * 0,86$$

$$M_{wv-hogging} = 1877496,70 \text{ kNm}$$

$$M_{vw-sagging} = -0,11 * 1 * 9,635 * 192,45^2 * 32,20 * (0,860 + 0,7)$$

$$M_{sw-sagging} = -1971716,24 \text{ kNm}$$

#### 4.3. Módulo Resistente.

El módulo mínimo que ha de tener la cuaderna maestra para cumplir con los requisitos de resistencia longitudinal, viene definido por el reglamento Pt.3 Ch.1 Sec.5, C303:

$$Z_o = \frac{C_{wo}}{f_1} * L^2 * B * (Cb + 0,7) \text{ (cm}^3\text{)}$$

Donde:

$$C_{wo} = 10,75 - \left( \frac{300 - L}{100} \right)^{\frac{3}{2}} \\ = 9,635. \text{ Para buques de esloras entre 150 y 300 m.}$$

Calculando el módulo mínimo de esta manera tenemos:

$$Z_o = 17924693,09 \text{ cm}^3 = 17,92 \text{ m}^3$$

Sin embargo, en el apartado C304 de esta misma sección, se indica que los requerimientos sobre el eje neutro transversal en condiciones de carga y en lastre vienen dados por la siguiente expresión:

$$Z = \frac{|M_s + M_w|}{\sigma_1} * 10^3 \text{ (cm}^3\text{)}$$

Donde:

$$\sigma_1 = 175 \frac{N}{mm^2} \text{ para secciones dentro de } 0,4L \text{ desde la maestra y acero normal}$$



$M_S$  = el momento máximo en aguas tranquilas, en valor absoluto

$M_W$  = el momento máximo en olas, en valor absoluto

Por tanto el módulo requerido en condición de carga o lastre es el siguiente:

$$Z = 18463090,46 \text{ cm}^3 = 18,46 \text{ m}^3$$

Este valor es el que, una vez escantillonada la maestra, compararemos con el módulo real obtenido a fin de verificar la resistencia longitudinal.

#### 4.4. Momento de Inercia.

La inercia según el DNV Pt.3 Ch.1. Sec.5, C401; se calcula como:

$$I = 3 * C_W * L^3 * B * (Cb + 0,7) \text{ (cm}^4\text{)}$$

Donde:

$$C_W = 10,75 - \left( \frac{300 - L}{100} \right)^{\frac{3}{2}} = 9,635$$

La inercia nos da un valor de:

$$I = 10348821554 \text{ cm}^4 = 103,49 \text{ m}^4$$

#### 5. CÁLCULO DE LA CUADERNA MAESTRA.

La cuaderna maestra se toma como la más próxima a la sección media, que es la situada en la cuaderna 128, (a 96,6 m a proa de la perpendicular de popa).

En esta sección hay una sola cubierta, la superior, con un puntal de 19,40 m. Las cuadermas en esta zona están espaciadas 800 mm, para conseguir así dar una adecuada resistencia estructural sin tener que recurrir a espesores o refuerzos demasiado grandes.

En la Cuaderna Maestra, además, destaca la existencia del doble fondo y del doble casco que cumplen con las exigencias de las normativas internacionales. Así mismo, el hecho más característico y representativo de este

tipo de buques, es que todos los refuerzos de la zona de los tanques de carga, se encuentran situados en la cara exterior de los mismos.

### 5.1. Estructura del fondo y doble fondo.

#### CALCULOS PRESIONES:

Presiones en el fondo y doble fondo, Pt 3 Ch1 Sec 6, B200:

ESTRUCTURA	TIPO DE CARGA	PRESIONES	P (kN/m <sup>3</sup> )
Fondo	Presión del mar	$p_1 = 10h_0 + p_{dp}$	150,21
	Presión neta en tanque de carga o tanque profundo	$p_2 = \rho(g_0 + 0,5a_v)h_s - 10T_M$	113,59
		$p_3 = \rho g_0 h_s + p_0 - 10T_M$	161,58
Techo DF	Carga Líquida en el tanque superior	$p_9 = \rho(g_0 + 0,5a_v)h_s$	201,56
		$p_{10} = \rho g_0[0,67(h_s + \phi b) - 0,12\sqrt{H\phi b_t}]$	158,24
		$p_{11} = 0,67(10 h_p + \Delta p_{dyn})$	122,44
		$p_{12} = \rho g_0 h_s + p_0$	220,07
Pisos y refuerzos	Presión en tanque límite DF	$p_{13} = 0,67(10h_p + \Delta p_{dyn})$	135,84
		$p_{14} = \rho g_0 h_s + p_0$	199,96
	Condición de Inundación	$p_{15} = 10 h_b$	125,00

- $h_0 = 13 \text{ m}$ , distancia vertical desde el calado hasta el punto de cálculo.

Presión ejercida por el mar (Pt.3 Ch.1 Sec.4, C201):

$$p_{dp} = p_l + 135 * \frac{y}{B * 75} - 1,2 * (T - z)$$

Siendo:

- $p_l = k_s * C_W + k_f$
- $k_s = 2$  entre 0,2L y 0,7L
- $C_W = 10,75 - \left(\frac{300-L}{100}\right)^{\frac{3}{2}} = 9,635$ . Para buques de eslora entre 150 y 300 m
- $k_f = 6,4 = \min(T; f) = \min(13; 6,4)$

Siendo  $f = 6,4$ ; la distancia vertical desde la flotación a la cubierta medida

en el costado de la sección transversal considerada. Máximo  $0,8 * C_W = 7,708$

- $y=16,1/2=8,05 \text{ m}$ , la distancia horizontal desde crujía al punto de carga.

*(Consideraremos el punto de carga, el punto central de los tanques de DF).*

- $z = 0 \text{ m}$ , es la distancia entre el punto de carga y la línea base.
- $\rho = 1,025 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$  Densidad del diseño del tanque.
- $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . Gravedad.

Aceleración vertical combinada (Pt.3 Ch.1 Sec.4, B600):

$$a_v = \frac{k_v * g_0 * a_0}{Cb} = 2,983$$

Siendo:

- $k_v = 0,7$  entre  $0,3 L$  y  $0,6 L$
- $a_0 = 3 * \frac{C_W}{L} + C_V * C_{V1} = 0,366$
- $C_V = 0,2$ .  $\text{Minimo}(\frac{\sqrt{L}}{50}, 0,2)$
- $C_{V1} = 1,08$ .  $\text{Máximo}(\frac{V}{\sqrt{L}}, 0,8)$
- $h_s = 19,4 \text{ m}$  (f) y  $17,4 \text{ m}$  (DF), es la distancia vertical desde el punto de carga hasta el techo del tanque excluyendo brazolas. Es decir entre el fondo del tanque el techo.
- $T_M = 2 + 0,02L = 5,849$
- $p_0 = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ . En general

Ángulo de balance:

$$\phi = \frac{50 * c}{B + 75} = 0,521 \text{ rad}$$

Siendo:

- $c = (1,25 - 0,025 * T_R) * k = 1,117$
- $k = 1,2$

$$T_R = \frac{2 * k_r}{\sqrt{GM}} 12,777 \text{ s}$$

Siendo:

- $k_r = 0,39 * B = 12,558$
- $GM = 0,12 * B = 3,864$
- $b = 16,1 \text{ m}$ , es la mayor distancia transversal entre el punto de carga y la esquina superior del tanque más distante de dicho punto  $b$ .
- $H = 19,4 \text{ m (f)}$  y  $17,4 \text{ m (DF)}$ , altura del tanque.
- $b_t = 16,1 \text{ (f)}$  y  $14,1 \text{ m (DF)}$ , manga del tanque.
- $h_p = 20,16 \text{ m (f)}$  y  $18,16 \text{ m (DF)}$ , distancia vertical desde el extremo del atmosférico hasta el punto de carga considerado.
- $\Delta p_{dyn} = 1,15$
- $h_b = 12,55 \text{ m (f)}$  y  $10,55 \text{ m (DF)}$ . Distancia vertical desde el punto de cálculo a la flotaación de equilibrio en averías más alta. Suele asumirse hasta la cubierta de  $fb$ .

#### 5.1.1. Altura del doble fondo.

Según se ha justificado en el cuaderno 4, y de acuerdo con MARPOL, la altura del doble fondo es de 2 m.

Según el DVN, Pt.3 Ch.1 Sec.6, D101; la altura mínima del doble fondo, que es igual a la altura de las vagras y quilla vertical, no será menor de:

$$h = 1000 * \frac{B}{20} = 1610 \text{ mm}.$$

Por lo que la altura mínima del doble fondo será 2 m.

### 5.1.2. Espesor de la traca de quilla.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.6, C200; se extiende a lo largo de toda la eslora del buque, y el ancho no debe de ser menor que:

$$b = 800 + 5 * L = 800 + 5 * 192,45 = 1762 \text{ mm}$$

Según Pt.3 Ch.1 Sec.6, C202; el espesor no debe ser menor que:

$$= 7 + \frac{0,05 * L}{\sqrt{f_1}} + t_k = 7 + \frac{0,05 * 192,45}{\sqrt{1}} + 1,5 = 18,12 \text{ mm}$$

- $L = 192,45 \text{ m}$ .
- $f_1 = 1$ . Factor del material (Acero normal).
- $t_k = 1,5 \text{ mm}$ . Factor de corrección por corrosión, para tanques de lastre.  
(Pt. 3 Ch. 1 Sec. 2, Tabla D1).

Por tanto tomamos un espesor de 19 mm.

### 5.1.3. Espesor de una chapa del fondo.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.6, C301; el ancho mínimo de una plancha del fondo o del pantoque no será menor que el siguiente valor:

$$b = 800 + 5 * L = 800 + 5 * 192,45 = 1762 \text{ mm}$$

Y el espesor de las mismas viene dado por (Pt.3 Ch.1 Sec.6, C302):

$$t = \frac{15,8 * k_a * s * \sqrt{p}}{\sqrt{\sigma}} + t_k = 15,86 \text{ mm}$$

- $k_a = \left(1,1 - 0,25 * \frac{s}{l}\right)^2 = 1,04$
- $s = 0,75 \text{ m}$ . Espacio entre refuerzos.
- $l = 2,4 \text{ m}$ . Clara entre refuerzos.
- $p = 161,58 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ . Se obtiene del mayor valor entre  $p_1$  y  $p_3$ .

(Pt. 3 Ch. 1 Sec. 6, B201, Tabla B1)

- $\sigma = 120 * f_1 \frac{N}{mm^2}$ . *Tensión admisible para el material.*

Todos los valores que no se especifican, serán iguales que en los apartados anteriores.

Y el espesor no será menor que (Pt.3 Ch.1 Sec.6, C304):

$$t = 5 + \frac{0,04 * L}{\sqrt{f_1}} + t_k = 14,20 \text{ mm}$$

Se definen unas planchas de fondo con un espesor de 18 mm.

#### 5.1.4. Espesor de la chapa de pantoque.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.6, C307; el espesor de las chapas de pantoque viene dado por:

$$t = \frac{\sqrt[3]{R^2 * l * p}}{900} + t_k = 15,87 \text{ mm}$$

- $R = 2300 \text{ mm}$ . *Radio de curvatura.*
- $l = 2400 \text{ mm}$ . *Clara entre refuerzos (mm)*
- $p = 2 * p_1 - 10 * h_0 = 170,41 \frac{kN}{m^2}$

Según Pt.3 Ch1. Sec.6, C306; el espesor de las mismas no será inferior al mayor espesor de las chapas adyacentes del fondo o costado, por lo tanto el espesor será de 18 mm.

#### 5.1.5. Espesor de una chapa del techo del doble fondo.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.6, C401; el espesor mínimo de una plancha del fondo será:

$$t = \frac{15,8 * k_a * s * \sqrt{p}}{\sqrt{\sigma}} + t_k = 17,01 \text{ mm}$$

- $p = 220,07 \frac{kN}{m^2}$ . *Se obtiene del mayor valor entre  $p_4$  y  $p_{15}$ . ( $p_9$  y  $p_{15}$  en este caso). (Pt. 3 Ch.1 Sec. 6, B201, Tabla B1)*

- $\sigma = 140 * f_1 \frac{N}{mm^2}$ . Tensión admisible para el material, cuando los refuerzos son longitudinales.

Sin embargo, según Pt.3 Ch.1 Sec.6, C402; el espesor no será menor que:

$$t = t_0 + \frac{0,03 * L}{\sqrt{f_1}} + t_k = 12,27 \text{ mm}$$

- $t_0 = 5$  en tanques.

Por tanto, tomaremos un espesor de 18 mm.

#### 5.1.6. Espesor de la quilla vertical.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.6, C502; el espesor de la chapa de quilla vertical, que forma el cierre entre los tanques de lastre de doble fondo de babor y estribor, no será inferior a:

$$t = 6 + \frac{k}{\sqrt{f_1}} + t_k = 15,20 \text{ mm}$$

- $k = 0,04 * L$

El espesor considerado es de 16 mm.

#### 5.1.7. Longitudinales de fondo y pantoque.

El DNV nos da la siguiente expresión para el módulo mínimo, (Pt.3 Ch.1 Sec.6, C701):

$$Z = \frac{83 * l^2 * s * p * w_k}{\sigma} = 776,53 \text{ cm}^3$$

- $p = 161,58 \frac{kN}{m^2}$ . Se obtiene del mayor valor entre  $p_1$  y  $p_3$ .
- $\sigma = 225 * f_1 - 130 * f_{2b} - 0,7 * \sigma_{db} = 81,325 \frac{N}{mm^2}$ .
- $f_{2b} = \frac{5,7 * |M_{AT} + M_O|}{Z_o} = 0,9975$
- $\sigma_{db} = 20 * f_1 \frac{N}{mm^2}$ . Para buque de carga.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.6, C703; el espesor de la llanta no será inferior al siguiente valor:

$$t = 4,5 + k + t_k = 11 \text{ mm}$$

- $k = \text{máximo}(0,015 * L; 5) = 5$

Con estos datos se opta por un perfil de llanta con bulbo de 430x20, cuyo módulo es de 804 cm<sup>3</sup>.

#### 5.1.8. Longitudinales de doble fondo.

El DNV nos da la siguiente expresión para el módulo mínimo, (Pt.3 Ch.1 Sec.6, C801):

$$Z = \frac{83 * l^2 * s * p * w_k}{\sigma} = 773,13 \text{ cm}^3$$

- $p = 220,07 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ . Se obtiene del mayor valor entre  $p_9$  y  $p_{15}$ .
- $\sigma = 225 * f_1 - 100 * f_{2b} - 0,7 * \sigma_{db} = 111,25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ .
- $f_{2b} = \frac{5,7 * |M_{AT} + M_O|}{Z_o} = 0,9975$
- $\sigma_{db} = 20 * f_1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ . Para buque de carga.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.6, C802; el espesor de la llanta no será inferior al siguiente valor:

$$t = 4,5 + k + t_k = 11 \text{ mm}$$

- $k = \text{máximo}(0,015 * L; 5) = 5$

Con estos datos se opta por un perfil de llanta con bulbo de 430x20, cuyo módulo es de 804 cm<sup>3</sup>.



#### 4.1.9. Espesor de las vagras.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.6, C501; el espesor mínimo de las vagras viene dado por la siguiente fórmula:

$$t = \frac{15,8 * k_a * s * \sqrt{p}}{\sqrt{\sigma}} + t_k = 16,85 \text{ mm}$$

- $p = 199,96 \frac{kN}{m^2}$  . Se obtiene del mayor valor entre  $p_{13}$  y  $p_{15}$ .

(Pt. 3 Ch. 1 Sec. 6, B201, Tabla B1)

- $\sigma = 130 * f_1 \frac{N}{mm^2}$ . Tensión admisible para el material.

Y el espesor no será menor que (Pt.3 Ch.1 Sec.6, C502):

$$t = 6 + \frac{k}{\sqrt{f_1}} + t_k = 15,20 \text{ mm}$$

- $k = 0,04 * L$

El espesor de las vagras es por lo tanto de 17 mm.

La altura mínima de las vagras y de la quilla vertical, según Pt.3 Ch.1 Sec.6, C301; no debe ser menor que el siguiente valor:

$$h = 1000 * \frac{B}{20} = 1610 \text{ mm}.$$

Como la altura del doble fondo es de 2 m, cumplimos esta condición.

La distancia entre vagras, según Pt.3 Ch.1 Sec.6, C301; no excederá de 5 m. Por lo tanto situaremos las vagras alineadas con los mamparos longitudinales y de forma que nunca disten más de 5 metros entre sí dos vagras consecutivas, lo que nos da un total de 6 además de la quilla vertical.

Cada seis longitudinales, colocamos una vagra.

#### 4.1.10. Espesor de las varengas.

El espesor de las varengas no será menor que (Pt.3 Ch.1 Sec.6, C502):

$$t = 6 + \frac{k}{\sqrt{f_1}} + t_k = 11,35 \text{ mm}$$

- $k = 0,02 * L$

Tomaremos el espesor de la varenga de 12 mm.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.6, D302; las varengas normalmente no estarán espaciadas una distancia mayor de 3,6 m. Como el espaciado entre cuadernas es de 0,8 m en la zona de la maestra, la distancia entre varengas será de 2,4 m, situando una varenga cada 3 cuadernas.

#### 5.2. Estructura del forro.

##### CÁLCULO DE LAS PRESIONES

Presiones del forro, Pt 3 Ch1 Sec 7, B100:

ESTRUCTURA	TIPO DE CARGA	PRESIONES	P (kN/m³)
Externas	Presión del mar debajo del calado de verano	$p_1 = 10h_0 + p_{dp}$	103,14
Internas	Presión del mar por encima del calado de verano	$p_2 = (p_{dp} - (4 + 0,2 k_s)h_0)$ Mínimo $6,25 + 0,025 L$	35,70
	Lastre, bunker o carga líquida en tanques laterales en general	$p_3 = \rho(g_0 + 0,5a_v)h_s - 10h_b$	53,59
		$p_4 = \rho g_0 h_s - 10 h_b + p_0$	64,05
		$p_5 = 0,67(\rho g_0 h_p + \Delta p_{dyn}) - 10h_b$	12,75
	Sobre el calado en lastre. Tanques $b > 0,4B$	$p_6 = \rho g_0[0,67(h_s + \phi b) - 0,12\sqrt{H\phi b_t}]$	56,98

- $h_0$ : distancia vertical desde el calado hasta el punto de cálculo (m).

$p_1$ (Por debajo de T)	$h_0 = 6,5$
$p_2$ (Por encima de T)	$h_0 = 3,2$

Presión ejercida por el mar (Pt.3 Ch.1 Sec.4, C201):

$$p_{dp} = p_l + 135 * \frac{y}{B * 75} - 1,2 * (T - z)$$

Siendo:

- $p_l = k_s * C_W + k_f$
- $k_s = 2$  entre 0,2L y 0,7L
- $C_W = 10,75 - \left(\frac{300-L}{100}\right)^{\frac{3}{2}} = 9,635$ . Para buques de eslora entre 150 y 300 m
- $k_f = 6,4 = \min(T; f) = \min(13; 6,4)$

Siendo  $f = 6,4$ ; la distancia vertical desde la flotación a la cubierta medida en el costado de la sección transversal considerada. Máximo  $0,8 * C_W = 7,708$

- $y=16,1$  m, la distancia horizontal desde crujía al punto de carga.
- $z$ : es la distancia entre el punto de carga y la línea base (m).

$p_1$ (Por debajo de T)	$z = 6,5$
$p_2$ (Por encima de T)	$z = 16,2$

- $\rho = 1,025 \frac{t}{m^3}$  Densidad del diseño del tanque.
- $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$ . Gravedad.

Aceleración vertical combinada (Pt.3 Ch.1 Sec.4, B600):

$$a_v = \frac{k_v * g_0 * a_0}{Cb} = 2,983$$

Siendo:

- $k_v = 0,7$  entre 0,3 L y 0,6 L
- $a_0 = 3 * \frac{C_W}{L} + C_V * C_{V1} = 0,366$
- $C_V = 0,2$ .  $\text{Minimo}(\frac{\sqrt{L}}{50}, 0,2)$
- $C_{V1} = 1,08$ .  $\text{Máximo}(\frac{V}{\sqrt{L}}, 0,8)$

- $h_s$  = es la distancia vertical desde el punto de carga hasta el techo

del tanque excluyendo brazolas. Es decir entre el fondo del tanque y el techo.

$p_3$	$h_s = 9,7$
$p_4$	$h_s = 9,7$
$p_6$	$h_s = 9,7$

- $T_M = 2 + 0,02L = 5,849$
- $p_0 = 25 \frac{kN}{m^2}$ . En general

Ángulo de balance:

$$\phi = \frac{50 * c}{B + 75} = 0,521 \text{ rad}$$

Siendo:

- $c = (1,25 - 0,025 * T_R) * k = 1,117$
- $k = 1,2$

$$T_R = \frac{2 * k_r}{\sqrt{GM}} 12,777 \text{ s}$$

Siendo:

- $k_r = 0,39 * B = 12,558$
- $GM = 0,12 * B = 3,864$
- $b = 2 \text{ m}$ , es la mayor distancia transversal entre el punto de carga y la esquina superior del tanque más distante de dicho punto b.
- $H = 17,4 \text{ m}$ , altura del tanque.
- $b_t = 16,1 \text{ m}$ , manga del tanque.
- $h_p = 10,46 \text{ m}$ , distancia vertical desde el extremo del atmosférico

*hasta el punto de carga considerado.*

- $\Delta p_{dyn} = 1,15$
- $h_b = 5,84 \text{ m}$ . *Distancia vertical desde el punto de cálculo al calado*
- *mínimo de diseño, normalmente es  $2 + 0,02L$  para petroleros.*

### 5.2.1. Espesor del forro exterior.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.7, C101; el espesor mínimo de la plancha de costado es de:

$$t = \frac{15,8 * k_a * s * \sqrt{p}}{\sqrt{\sigma}} + t_k = 12,12 \text{ mm}$$

- $p = 103,14 \frac{kN}{m^2}$ . *Se obtiene del mayor valor entre  $p_1$  y  $p_6$ .*

*(Pt.3 Ch.1 Sec.7, B101, Tabla B1).*

- $\sigma = 140 * f_1 \frac{N}{mm^2}$ . *Tensión admisible para el material.*

Y el espesor no será en ninguna región del buque menor que (Pt.3 Ch.1 Sec.7, C102):

$$t = 5 + \frac{k * L}{\sqrt{f_1}} + t_k = 10,35 \text{ mm}$$

- $k = 0,02$  *para valores por debajo de 4,6 m desde el calado de verano*

Y el espesor no será tampoco menor que (Pt.3 Ch.1 Sec.7, C103):

$$t = 31 * (s + 0,7) * \left(\frac{B * T}{\sigma_f^2}\right)^{\frac{1}{4}} + t_k = 14,76 \text{ mm}$$

- $\sigma_f = 235 \frac{N}{mm^2}$ . *Para acero normal.*

Por tanto, tomaremos un espesor de la plancha de costado de 15 mm.

### 5.2.2. Longitudinales del forro externo.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.7, C301; el módulo mínimo viene dado por la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{83 * l^2 * s * p * w_k}{\sigma} = 251,95 \text{ cm}^3$$

- $p = 103,14 \frac{kN}{m^2}$ . Se obtiene del mayor valor entre  $p_1$  y  $p_6$ .
- $\sigma = 160 * f_1 \frac{N}{mm^2}$ .

Según Pt.3 Ch.1 Sec.7, C302; el espesor de la llanta no será inferior al siguiente valor:

$$t = 4,5 + k + t_k = 11 \text{ mm}$$

- $k = \text{máximo}(0,015 * L; 5) = 5$

Con estos datos se opta por un perfil de llanta con bulbo de 340x14, cuyo módulo es de 357 cm<sup>3</sup>.

### 5.2.3. Espesor de los longitudinales primarios del forro (Palmejares).

Según Pt.3 Ch.1 Sec.7, D101; el espesor mínimo viene dado por:

$$t = 5 + \frac{k}{\sqrt{f_1}} + t_k = 10,349 \text{ mm}$$

- $k = 0,02 * L$

Tomaremos un valor de 12 mm de espesor para los palmejares.

### 5.3. Estructura de cubierta.

#### CALCULO DE LAS PRESIONES.

Presiones de cubierta, Pt 3 Ch1 Sec 8, B100:

ESTRUCTURA	TIPO DE CARGA	PRESIONES	P (kN/m³)
Cubierta intemperie	Cubierta de carga	$p_2 = (g_0 + 0,5a_v)q$	14,65
Cubierta como techo de tanque	Lastre, bunker o carga líquida	$p_7 = 0,67(\rho g_0 h_p + \Delta p_{dyn})$	5,89
		$p_8 = \rho g_0 h_s - p_0$	25,00
Cubierta entre tanques con $b > 0,4B$	Equipo y maquinaria	$p_9 = \rho g_0 [0,67(h_s + \phi b) - 0,12\sqrt{H\phi b_t}]$	14,61
Cubierta en extremos de tanques con $l > 0,1L$	Acomodación en general	$p_{12} = \rho(4 - \frac{L}{200})l_b$	74,72

Siendo:

- $\rho = 1,025 \frac{t}{m^3}$  Densidad del diseño del tanque.
- $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$ . Gravedad.
- $q = 1,3$

Aceleración vertical combinada (Pt.3 Ch.1 Sec.4, B600):

$$a_v = \frac{k_v * g_0 * a_0}{Cb} = 2,983$$

Siendo:

- $k_v = 0,7$  entre  $0,3 L$  y  $0,6 L$
- $a_0 = 3 * \frac{C_W}{L} + C_V * C_{V1} = 0,366$
- $C_V = 0,2$ . *Minimo*( $\frac{\sqrt{L}}{50}$ ,  $0,2$ )
- $C_{V1} = 1,08$ . *Máximo*( $\frac{V}{\sqrt{L}}$ ,  $0,8$ )
- $h_p = 0,76 m$ , distancia vertical desde el extremo del atmosférico hasta el punto de carga considerado.

- $h_s = 0 \text{ m}$ , es la distancia vertical desde el punto de carga hasta el techo del tanque excluyendo brazolas.
- $p_0 = 25 \frac{kN}{m^2}$ . En general

Ángulo de balance:

$$\phi = \frac{50 * c}{B + 75} = 0,521 \text{ rad}$$

Siendo:

- $c = (1,25 - 0,025 * T_R) * k = 1,117$
- $k = 1,2$

$$T_R = \frac{2 * k_r}{\sqrt{GM}} 12,777 \text{ s}$$

Siendo:

- $k_r = 0,39 * B = 12,558$
- $GM = 0,12 * B = 3,864$
- $b = 8,05 \text{ m}$ , es la mayor distancia transversal entre el punto de carga y la esquina superior del tanque más distante de dicho punto b.
- $H = 17,4 \text{ m}$ , altura del tanque.
- $b_t = 14,1 \text{ m}$ , manga del tanque.
- $l_b = 24 \text{ m}$ . Distancia entre mamparos transversales.



### 5.3.1. Espesor de cubierta.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.8, C102; el espesor mínimo de la plancha de cubierta es de:

$$t = \frac{15,8 * k_a * s * \sqrt{p}}{\sqrt{\sigma}} + t_k = 10,76 \text{ mm}$$

- $p = 74,73 \frac{kN}{m^2}$  . Se obtiene del mayor valor entre  $p_1$  y  $p_{13}$ .

(Pt. 3 Ch. 1 Sec. 8, B101, Tabla B1).

- $\sigma = 120 * f_1 \frac{N}{mm^2}$  . Tensión admisible para el material.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.8, C104; el espesor no será menor que:

$$t = t_0 + \frac{k * L}{\sqrt{f_1}} + t_k = 10,35 \text{ mm}$$

- $t_0 = 5,5$  para cubiertas de carga.
- $k = 0,02$ , para buques con cubierta continua.

Luego tomaremos un espesor de chapa de cubierta de 13 mm.

### 5.3.2. Espesor de la traca de trancanil.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.7, C201; el ancho no debe tomarse menor que:

$$b = 800 + 5 * L = 1762 \text{ mm}$$

Y el espesor no será menor que, Pt.3 Ch.1 Sec.7, C202:

$$t = \frac{t_1 + t_2}{2} = 13 \text{ mm}$$

- $t_1 = 15 \text{ mm}$ .
- $t_2 = 14 \text{ mm}$ .

Luego tomaremos un espesor de 14 mm.

### 5.3.3. Longitudinales de cubierta.

El módulo requerido mínimo viene dado por la siguiente fórmula, Pt.3 Ch.1 Sec.8, C300:

$$Z = \frac{83 * l^2 * s * p * w_k}{\sigma} = 243,40 \text{ cm}^3$$

- $p = 74,73 \frac{kN}{m^2}$ . Se obtiene del mayor valor entre  $p_1$  y  $p_{13}$ .
- $\sigma = 120 * f_1 \frac{N}{mm^2}$ .

Según Pt.3 Ch.1 Sec.8, C303; el espesor de la llanta no será inferior al siguiente valor:

$$t = 4,5 + k + t_k = 7,9 \text{ mm}$$

- $k = \text{máximo}(0,015 * L; 5) = 5$

Con estos datos se opta por un perfil de llanta con bulbo de 340x13, cuyo módulo es de 335 cm<sup>3</sup>.

### 5.3.4. Baos de la cubierta.

El módulo requerido mínimo viene dado por la siguiente fórmula, Pt.3 Ch.1 Sec.8, C401:

$$Z = \frac{0,63 * l^2 * s * p * w_k}{f_1} = 223,29 \text{ cm}^3$$

- $l = 2,4 \text{ m}$
- $s = 0,75 \text{ m}$
- $p = 74,73 \frac{kN}{m^2}$ . Se obtiene del mayor valor entre  $p_1$  y  $p_{13}$ .

Según Pt.3 Ch.1 Sec.8, C303; el espesor de la llanta no será inferior al siguiente valor:

$$t = 4,5 + k + t_k = 7,9 \text{ mm}$$

- $k = \text{máximo}(0,015 * L; 5) = 5$

## 5.4. Mamparos.

### CALCULO DE LAS PRESIONES.

Presiones de los mamparos, Pt 3 Ch1 Sec 9, B100:

ESTRUCTURA	TIPO DE CARGA	PRESIÓN	P (kN/m <sup>3</sup> )
Mamparos de tanques en general	Lastre, combustible o carga líquida	$p_3 = \rho (g_0 + 0,5a_v) h_s$	112,08
		$p_4 = 0,67(\rho g_0 h_p + \Delta p_{dyn})$	71,24
		$p_5 = \rho g_0 h_s - p_0$	122,54
Mamparos longitudinales así como mamparos transversales en los lados de tanques anchos		$p_6 = \rho g_0 [0,67(h_s + \phi b) - 0,12\sqrt{H\phi b_t}]$	108,20
Mamparos longitudinales		$p_7 = \rho(3 - \frac{B}{200})b_b$	38,70
Mamparos transversales		$p_9 = \rho(4 - \frac{L}{200})l_b$	74,73

Siendo:

- $\rho = 1,025 \frac{t}{m^3}$  Densidad del diseño del tanque.
- $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$  Gravedad.

Aceleración vertical combinada (Pt.3 Ch.1 Sec.4, B600):

$$a_v = \frac{k_v * g_0 * a_0}{Cb} = 2,983$$

Siendo:

- $k_v = 0,7$  entre 0,3 L y 0,6 L
- $a_0 = 3 * \frac{C_W}{L} + C_V * C_{V1} = 0,366$
- $C_V = 0,2$ . *Minimo*( $\frac{\sqrt{L}}{50}$ , 0,2)
- $C_{V1} = 1,08$ . *Máximo*( $\frac{V}{\sqrt{L}}$ , 0,8)
- $h_s = 9,7$  m, es la distancia vertical desde el punto de carga hasta el techo del tanque excluyendo brazolas.

- $h_p = 10,46 \text{ m}$ , *distancia vertical desde el extremo del atmosférico hasta el punto de carga considerado.*
- $p_0 = 25 \frac{kN}{m^2}$ . *En general*

Ángulo de balance:

$$\phi = \frac{50 * c}{B + 75} = 0,521 \text{ rad}$$

Siendo:

- $c = (1,25 - 0,025 * T_R) * k = 1,117$
- $k = 1,2$

$$T_R = \frac{2 * k_r}{\sqrt{GM}} 12,777 \text{ s}$$

Siendo:

- $k_r = 0,39 * B = 12,558$
- $GM = 0,12 * B = 3,864$
- $b = 16,1 \text{ m}$ , *es la mayor distancia transversal entre el punto de carga y la esquina superior del tanque más distante de dicho punto b.*
- $H = 17,4 \text{ m}$ , *altura del tanque.*
- $b_t = 14,1 \text{ m}$ , *manga del tanque.*
- $b_b = 14,1 \text{ m}$ , *distancia entre lados del tanque o mamparos longitudinales aligerados totalmente efectivos en la altura en la que el elemento estructural está situado.*
- $l_b = 24 \text{ m}$ . *Distancia entre mamparos transversales.*

#### 5.4.1. Mamparo longitudinal de crujía.

El mamparo longitudinal se calculará aquí, es el que separa la zona de carga en babor y estribor. El mamparo va colocado en crujía.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.9, C101; el espesor mínimo correspondiente a la presión lateral será de:

$$t = \frac{15,8 * k_a * s * \sqrt{p}}{\sqrt{\sigma}} + t_k = 11,82 \text{ mm}$$

- $p = 122,54 \frac{kN}{m^2}$  . Se obtiene del mayor valor entre  $p_1$  y  $p_9$ .

(Pt.3 Ch.1 Sec.9, B101, Tabla B1).

- $\sigma = 160 * f_1 \frac{N}{mm^2}$  . Tensión admisible para el material.
- $t_k = 1$  . Factor de corrosión para los tanques de carga.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.9, C102; el espesor no será menor que:

$$t = 5 + \frac{k * L}{\sqrt{f_1}} + t_k = 11,77 \text{ mm}$$

- $k = 0,03$ , para mamparos longitudinales.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.9, C104; en mamparos que están dentro del área de carga, el espesor no será menor que:

$$t = \frac{1000 * s}{120 - 3 * \sqrt{L}} + t_k = 10,57 \text{ mm}$$

- $s = 0,75 \text{ m}$ .

Por tanto, tomaremos un espesor para el mamparo longitudinal de crujía de 14 mm.

#### 5.4.2. Mamparos del doble costado.

Los mamparos del doble costado, son los que separan la zona de carga de los tanques de lastre laterales. Van situados a dos metros del forro exterior del casco. Se calcularán de igual manera que el mamparo longitudinal de crujía.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.9, C101; el espesor mínimo correspondiente a la presión lateral será de:

$$t = \frac{15,8 * k_a * s * \sqrt{p}}{\sqrt{\sigma}} + t_k = 11,82 \text{ mm}$$

- $p = 122,54 \frac{kN}{m^2}$ . Se obtiene del mayor valor entre  $p_1$  y  $p_9$ .

(Pt. 3 Ch. 1 Sec. 9, B101, Tabla B1).

- $\sigma = 160 * f_1 \frac{N}{mm^2}$ . Tensión admisible para el material.
- $t_k = 1$ . Factor de corrosión para los tanques de carga.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.9, C102; el espesor no será menor que:

$$t = 5 + \frac{k * L}{\sqrt{f_1}} + t_k = 11,77 \text{ mm}$$

- $k = 0,03$ , para mamparos longitudinales.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.9, C104; en mamparos que están dentro del área de carga, el espesor no será menor que:

$$t = \frac{1000 * s}{120 - 3 * \sqrt{L}} + t_k = 10,57 \text{ mm}$$

- $s = 0,75 \text{ m}$ .

Por tanto, tomaremos un espesor para el mamparo longitudinal de crujía de 14 mm.

#### 5.4.3. Longitudinales del mamparo de crujía y mamparos laterales.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.9, C201; el módulo requerido para estos refuerzos es:

$$Z = \frac{83 * l^2 * s * p * w_k}{\sigma} = 299,31 \text{ cm}^3$$

- $p = 122,54 \frac{kN}{m^2}$  . Se obtiene del mayor valor entre  $p_1$  y  $p_9$ .
- $\sigma = 160 * f_1 \frac{N}{mm^2}$ .

Según Pt.3 Ch.1 Sec.9, C202; el espesor de la llanta no será inferior al siguiente valor:

$$t = 4,5 + k + t_k = 8,40 \text{ mm}$$

- $k = 0,015 * L$

Con estos datos se opta por un perfil de llanta con bulbo de 340x14, cuyo módulo es de 357 cm<sup>3</sup>.

#### 5.4.4. Refuerzos transversales de los mamparos longitudinales.

Según Pt.3 Ch.1 Sec.9, C302; el módulo requerido para estos refuerzos es:

$$Z = \frac{1000 * l^2 * s * p * w_k}{\sigma * m} = 441,13 \text{ cm}^3$$

- $p = 122,54 \frac{kN}{m^2}$  . Se obtiene del mayor valor entre  $p_1$  y  $p_9$ .
- $\sigma = 160 * f_1 \frac{N}{mm^2}$ .
- $m = 7,5$  para refuerzos verticales.

## 6. CÁLCULO DEL MOMENTO DE INERCIA Y EL MÓDULO DE LA MAESTRA.

Para el cálculo del momento de inercia y módulo de la sección propuesta se programa una hoja de cálculo. La forma de calcular las propiedades de la sección será la siguiente:

- Se ponen todos los elementos que contribuyen a la resistencia longitudinal.
- Se dispone en una columna el área de cada elemento y en otra la distancia desde la línea base hasta su centro de gravedad. En otra columna se calcula el momento haciendo el producto de las dos anteriores.
- Se obtiene la posición del eje neutro con la expresión:

$$Y_{eje\ neutro} = \frac{\sum A * d}{\sum A}$$

$$Y_{eje\ neutro\ respecto\ LB} = 7,46\ m$$

- En otra columna se muestra el momento de inercia de cada elemento sobre el eje horizontal que pasa por su centro de gravedad.
- Aplicando Steiner se obtiene el momento de inercia de cada elemento sobre el eje neutro con la expresión:

$$I_{eje\ neutro} = I_{cdg} + A * d^2$$

- La suma de estos momentos de inercia forman la inercia de la sección.

Los valores mínimos de módulo e inercia de la cuaderna maestra se obtienen del reglamento, como se ha hecho en el apartado 4.

Como podemos comprobar cumple con el módulo en el fondo y en la cubierta, además de la inercia mínima.

Inercia mínima (m <sup>4</sup> )	103,49
Inercia de la sección maestra (m <sup>4</sup> )	232,21

Módulo mínimo (m <sup>3</sup> )	18,46
Módulo en el fondo (m <sup>3</sup> )	31,09
Módulo en la cubierta (m <sup>3</sup> )	19,46

En el Anexo II se adjunta la tabla con los resultados obtenidos.



## 7. RESISTENCIA LONGITUDINAL.

A continuación, se realizará el estudio de la resistencia longitudinal del buque, mediante estudios que nos aseguren la resistencia de la estructura en las diferentes situaciones de carga, estudiadas anteriormente. Para ello, utilizaremos el reglamento DNV, Parte 8, Capítulo 1, “Common Structural Rules for Double Hull Oil Tankers with Length 150 metres and above”.

Además, el software “Maxsurf Stability Interprise” nos proporcionará los momentos y las fuerzas cortantes en aguas tranquilas en cada condición de carga. Los cálculos de olas serán realizados de acuerdo con el reglamento.

### 7.1. Distribución de pesos.

Para empezar, haremos una distribución de los pesos y un desglose más detallado de estos, ya que para poder calcular el cortante y los momentos flectores es necesario distribuir el peso en rosca en sus diferentes partidas.

Partiendo del desglose que teníamos previamente, haremos los cálculos necesarios. El desglose era el siguiente:

CONCEPTO	PESO (t)	XG (m)	KG (m)
ACERO	10736,60	93,5	9,8
MAQUINARIA	511,60	35,3	13,7
EQUIPO Y HABILITACION	1513,70	65,7	18,7
∑ Peso en Rosca	12761,92	-	-
5% Margen	638,10	-	-
∑ +5%	13400	92,3	11,6

Todas las partidas mostradas pueden repartirse en pesos distribuidos uniformemente, cuando el peso tiene una eslora considerable, o en pesos puntuales si la eslora del elemento es despreciable.

La partida de peso de estructura tiene una consideración especial por ser el elemento constituyente de la estructura del buque y estar repartido por toda la eslora, con elementos puntuales tales como mamparos. Esta partida se calculará más adelante con ayuda del software Maxsurf Modeler.

Para el resto de las partidas, atendiendo a su posición longitudinal y vertical, así como a su eslora, se calcularán de la siguiente manera.

El Lloyd's Register ha elaborado un procedimiento para su determinación, y será el que utilizaremos a continuación.

$$\text{Peso en Rosca} = \text{Peso Acero continuo} + \text{Pesos locales}$$

## PESOS LOCALES:

De acuerdo con las fórmulas establecidas por el Lloyd's Register, para cada uno de los pesos locales, y el tipo de distribución del peso; tenemos los siguientes resultados:

		Volumen (m³)	Peso (t)	XG	KG	YG
1	Castillo	1086	97,74	184,2	20,9	0
4	Casetas de cubierta y supers	-	-	-	-	-
	Habilitación	7460	671,40	21,55	26,9	0
	Chimenea	1025	92,25	4,6	30	0
6	Equipo de proa	-	140,83	184,2	22,4	0
9	Equipo de popa	-	28,17	1,2	19,4	0
12	Equipo de carga	-	21,80	107	19,4	0
21	Maquinaria: diesel lento	-	11,55	19,1	10,7	0
22	Maquinaria: turbina	-	7,70			
23	Maquinaria: diesel semi-rápido	-	7,70			
28	Peso extra de la cámara de máquinas	8014	316,55			
33	Hélice y línea de ejes fuera de máquinas		70,56	10,35	3,5	0
39	Mamparos transversales estancos planos	-	-	-	-	-
	Mamparo popa		19,00	7,2	8,7	0
	Mamparo proa cam.maq		23,79	31	8,7	0
	Mamparo SLOP		26,84	39	8,7	0
	Mamparo T.C. 6		28,17	63	8,7	0
	Mamparo T.C.5		28,18	87	8,7	0
	Mamparo T.C.4		28,19	111	8,7	0
	Mamparo T.C.3		28,20	135	8,7	0
	Mamparo T.C.2		28,14	159	8,7	0
	Mamparo de colisión		16,09	183	8,7	0
49	Timones	-	120,67	-0,9	4,7	0
52	Codaste	-	106,97	1,2	5,8	0
55	Cámara de bombas de popa de petroleros y OBOS	-	164,16	29,3	6,9	0
			2554,39	40,545	15,779	

## PESO ACERO CONTINUO:

Una vez distribuidos los pesos locales, es necesario distribuir el peso del acero.

El peso longitudinal continuo incluye las planchas del forro y toda la estructura interna longitudinal continua incluyendo la cubierta continua más alta.

El valor de la ordenada de la distribución en la cuaderna maestra, en toneladas/metro, corresponderá al material que contribuye a la resistencia longitudinal e inercia de la maestra.

Del cuaderno 8 de este proyecto se obtiene un área de la maestra de 4,35 m<sup>2</sup>. Empleando acero de densidad 7,85 tn/m<sup>3</sup>, se obtiene un peso lineal de 34 tn/m.

Distribuyendo este peso lineal según la curva de áreas del modelo del buque realizado con el programa Maxsuf, se consigue la distribución del peso longitudinal continuo.

Para calcular el peso utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Peso acero continuo} = G * A_{maestra} * h$$

Siendo:

$$G = \frac{a}{p}$$

$$a = \frac{A_{cada\ sección}}{A_{maestra}}$$

$$A_{maestra} = 556,17 \text{ m}^2$$

$p$  = haremos una interpolación lineal de la siguiente tabla:

TABLA 9.6.5.- VALORES DEL ÍNDICE -P (i)-

SECCIÓN	KSHIP=1 PETROL.	KSHIP=2 CARGUERO	KSHIP=3 PORTAC.	KSHIP=4 BULKCAR.	KSHIP=5 OBO
1 (P.P.)	0.5000	0.50	0.50	0.50	0.50
2	0.6528	0.65	0.65	0.65	0.65
3	0.7778	0.78	0.78	0.78	0.78
4	0.8750	0.87	0.87	0.87	0.87
5	0.9444	0.94	0.94	0.94	0.94
6	0.9861	0.99	0.99	0.99	0.99
7	1.0000	1.00	1.00	1.00	1.00
8	1.0000	1.00	1.00	1.00	1.00
9	1.0000	1.00	1.00	1.00	1.00
10	1.0000	1.00	1.00	1.00	1.00
11 (C.M.)	1.0000	1.00	1.00	1.00	1.00
12	1.0000	1.00	1.00	1.00	1.00
13	1.0000	1.00	1.00	1.00	1.00
14	1.0000	1.00	1.00	1.00	1.00
15	1.0000	1.00	1.00	1.00	1.00
16	0.9861	0.98	0.98	0.98	0.98
17	0.9444	0.94	0.94	0.94	0.94
18	0.8750	0.87	0.87	0.87	0.87
19	0.7778	0.78	0.78	0.78	0.78
20	0.6528	0.65	0.65	0.65	0.65
21 (P.R.)	0.5000	0.50	0.50	0.50	0.50

$h$  = distancia entre cada sección (m)

En la siguiente tabla se muestran los cálculos realizados:

	x	Area	Coeficiente "a"	Coeficiente "P"	Coeficiente "G"	h	PESO
Sec 1	-5,000	0,000	0,000	0,500	0,000	0,356	0,000
Sec 2	-4,644	125,165	0,470	0,500	0,685	0,000	0,000
Sec 3	-4,644	125,165	0,470	0,500	0,685	0,205	4,777
Sec 4	-4,439	125,700	0,472	0,500	0,687	0,281	6,553
Sec 5	-4,158	126,430	0,475	0,500	0,689	1,049	24,561
Sec 6	-3,110	129,687	0,487	0,500	0,698	1,462	34,682
Sec 7	-1,648	135,889	0,510	0,500	0,714	1,443	35,029
Sec 8	-0,205	145,319	0,545	0,500	0,739	0,000	0,000
Sec 9	-0,205	145,319	0,545	0,500	0,739	0,205	5,147
Sec 10	0,000	146,569	0,550	0,500	0,742	0,000	0,000
Sec 11	0,000	146,569	0,550	0,500	0,742	0,205	5,170
Sec 12	0,205	147,826	0,555	0,505	0,743	0,017	0,426
Sec 13	0,222	147,930	0,555	0,505	0,743	2,269	57,314
Sec 14	2,491	162,693	0,611	0,558	0,759	2,660	68,656
Sec 15	5,151	195,705	0,735	0,621	0,826	3,039	85,321

Sec 16	8,190	300,838	1,000	0,686	1,000	3,406	115,808
Sec 17	11,596	353,191	1,000	0,756	1,000	3,759	127,810
Sec 18	15,355	407,759	1,000	0,816	1,000	4,097	139,287
Sec 19	19,452	455,216	1,000	0,873	1,000	4,417	150,192
Sec 20	23,869	501,552	1,000	0,921	1,000	4,720	160,479
Sec 21	28,589	536,645	1,000	0,963	1,000	5,003	170,106
Sec 22	33,592	568,895	1,000	0,992	1,000	5,266	179,035
Sec 23	38,858	599,547	1,000	1,000	1,000	5,507	187,228
Sec 24	44,365	615,152	1,000	1,000	1,000	5,725	194,652
Sec 25	50,090	619,070	1,000	1,000	1,000	5,920	201,276
Sec 26	56,010	619,441	1,000	1,000	1,000	6,090	207,072
Sec 27	62,100	619,472	1,000	1,000	1,000	6,236	212,019
Sec 28	68,336	619,498	1,000	1,000	1,000	6,356	216,093
Sec 29	74,692	619,539	1,000	1,000	1,000	6,449	219,280
Sec 30	81,141	619,596	1,000	1,000	1,000	6,517	221,565
Sec 31	87,658	619,651	1,000	1,000	1,000	6,557	222,940
Sec 32	94,215	619,679	1,000	0,986	1,000	2,380	80,930
Sec 33	96,595	619,690	1,000	0,976	1,000	0,205	6,970
Sec 34	96,800	619,691	1,000	0,975	1,000	0,205	6,970
Sec 35	97,005	619,692	1,000	0,974	1,000	3,780	128,530
Sec 36	100,785	619,716	1,000	0,950	1,000	6,557	222,940
Sec 37	107,342	619,771	1,000	0,886	1,000	6,517	221,565
Sec 38	113,859	619,829	1,000	0,799	1,000	6,449	219,280
Sec 39	120,308	619,883	1,000	0,676	1,000	6,356	216,093
Sec 40	126,664	619,933	1,000	0,531	1,000	6,236	212,019
Sec 41	132,900	619,982	1,000	0,500	1,000	6,090	207,072
Sec 42	138,990	620,033	1,000	0,500	1,000	5,920	201,276
Sec 43	144,910	620,093	1,000	0,500	1,000	5,725	194,652
Sec 44	150,635	620,168	1,000	0,500	1,000	5,507	187,228
Sec 45	156,142	620,271	1,000	0,500	1,000	5,266	179,035
Sec 46	161,408	617,199	1,000	0,500	1,000	5,003	170,107
Sec 47	166,411	603,531	1,000	0,500	1,000	4,720	160,478
Sec 48	171,131	575,085	1,000	0,500	1,000	4,417	150,192
Sec 49	175,548	529,149	1,000	0,500	1,000	4,097	139,287
Sec 50	179,645	468,050	1,000	0,500	1,000	3,759	127,810
Sec 51	183,404	383,354	1,000	0,500	1,000	3,406	115,809
Sec 52	186,810	290,450	1,000	0,500	1,000	3,039	103,331
Sec 53	189,849	197,100	0,740	0,500	0,860	2,660	77,776
Sec 54	192,509	92,842	0,348	0,500	0,590	0,886	17,785
Sec 55	193,395	55,352	0,208	0,500	0,456	0,014	0,212
Sec 56	193,409	54,786	0,206	0,500	0,453	0,191	2,950
Sec 57	193,600	47,152	0,177	0,500	0,421	0,014	0,196
Sec 58	193,614	46,654	0,175	0,500	0,418	0,191	2,722
Sec 59	193,805	40,221	0,151	0,500	0,389	0,014	0,181

Sec 60	193,819	39,797	0,149	0,500	0,386	0,959	12,607
Sec 61	194,778	18,515	0,069	0,500	0,264	1,077	9,649
Sec 62	195,855	0,000	0,000	0,500	0,000	-195,855	0,000
							6628,13

El peso longitudinal continuo, quedará distribuido de la siguiente manera:

	Peso (t)	XG (m)	Límite popa (m)	Límite proa (m)	YG (m)	KG (m)
Sec 1	0,000	-4,822	-5,000	-4,644	0	10,60
Sec 2	0,000	-4,644	-4,644	-4,644	0	10,60
Sec 3	4,777	-4,541	-4,644	-4,439	0	10,60
Sec 4	6,553	-4,299	-4,439	-4,158	0	10,60
Sec 5	24,561	-5,339	-5,774	-4,903	0	10,60
Sec 6	34,682	-6,379	-7,110	-5,648	0	10,60
Sec 7	35,029	-4,926	-5,648	-4,205	0	10,60
Sec 8	0,000	-4,205	-4,205	-4,205	0	10,60
Sec 9	5,147	-4,102	-4,205	-4,000	0	10,60
Sec 10	0,000	-4,000	-4,000	-4,000	0	10,60
Sec 11	5,170	-3,897	-4,000	-3,795	0	10,60
Sec 12	0,426	-3,787	-3,795	-3,778	0	10,60
Sec 13	57,314	-2,644	-3,778	-1,509	0	10,60
Sec 14	68,656	-0,179	-1,509	1,151	0	10,60
Sec 15	85,321	2,670	1,151	4,190	0	10,60
Sec 16	115,808	5,893	4,190	7,596	0	10,60
Sec 17	127,810	9,476	7,596	11,355	0	10,60
Sec 18	139,287	13,404	11,355	15,452	0	10,60
Sec 19	150,192	17,661	15,452	19,869	0	10,60
Sec 20	160,479	22,229	19,869	24,589	0	10,60
Sec 21	170,106	27,091	24,589	29,592	0	10,60
Sec 22	179,035	32,225	29,592	34,858	0	10,60
Sec 23	187,228	37,611	34,858	40,365	0	10,60
Sec 24	194,652	43,227	40,365	46,090	0	10,60
Sec 25	201,276	49,050	46,090	52,010	0	10,60
Sec 26	207,072	55,055	52,010	58,100	0	10,60
Sec 27	212,019	61,218	58,100	64,336	0	10,60
Sec 28	216,093	67,514	64,336	70,692	0	10,60
Sec 29	219,280	73,916	70,692	77,141	0	10,60
Sec 30	221,565	80,399	77,141	83,658	0	10,60
Sec 31	222,940	86,936	83,658	90,215	0	10,60
Sec 32	80,930	91,405	90,215	92,595	0	10,60
Sec 33	6,970	92,698	92,595	92,800	0	10,60
Sec 34	6,970	92,903	92,800	93,005	0	10,60
Sec 35	128,530	94,895	93,005	96,785	0	10,60

Sec 36	222,940	100,064	96,785	103,342	0	10,60
Sec 37	221,565	106,601	103,342	109,859	0	10,60
Sec 38	219,280	113,084	109,859	116,308	0	10,60
Sec 39	216,093	119,486	116,308	122,664	0	10,60
Sec 40	212,019	125,782	122,664	128,900	0	10,60
Sec 41	207,072	131,945	128,900	134,990	0	10,60
Sec 42	201,276	137,950	134,990	140,910	0	10,60
Sec 43	194,652	143,773	140,910	146,635	0	10,60
Sec 44	187,228	149,389	146,635	152,142	0	10,60
Sec 45	179,035	154,775	152,142	157,408	0	10,60
Sec 46	170,107	159,909	157,408	162,411	0	10,60
Sec 47	160,478	164,771	162,411	167,131	0	10,60
Sec 48	150,192	169,339	167,131	171,548	0	10,60
Sec 49	139,287	175,596	171,548	179,645	0	10,60
Sec 50	127,810	181,524	179,645	183,404	0	10,60
Sec 51	115,809	185,107	183,404	186,810	0	10,60
Sec 52	103,331	188,330	186,810	189,849	0	10,60
Sec 53	77,776	191,179	189,849	192,509	0	10,60
Sec 54	17,785	192,952	192,509	193,395	0	10,60
Sec 55	0,212	193,402	193,395	193,409	0	10,60
Sec 56	2,950	193,504	193,409	193,600	0	10,60
Sec 57	0,196	193,607	193,600	193,614	0	10,60
Sec 58	2,722	193,709	193,614	193,805	0	10,60
Sec 59	0,181	193,812	193,805	193,819	0	10,60
Sec 60	12,607	194,298	193,819	194,778	0	10,60
Sec 61	9,649	195,316	194,778	195,855	0	10,60
Sec 62	0,000	97,927	195,855	0,000	0	10,60
TOTAL PLC	6628,13	91,983			0	10,60

### PESO TRANSVERSAL CONTINUO:

Una vez calculados los pesos locales y el PLC, falta por conocer el valor del peso transversal continuo o PTC. Para conocer dicho valor, se emplea la siguiente relación:

$$PTC = Rosca - Pesos Locales - PLC$$

Aplicando los valores anteriormente calculados, el peso transversal continuo será:

$$PTC = 13400 - 2254,39 - 6628,13$$

$$PTC = 4217,976 \text{ toneladas}$$

Y lo distribuiremos igual que se ha hecho con el PLC, quedando de la siguiente manera:

	Peso (t)	XG (m)	Límite popa (m)	Límite proa (m)	YG (m)	KG (m)
Sec 1	0,000	-4,822	-5,000	-4,644	0	10,6
Sec 2	0,000	-4,6439995	-4,644	-4,644	0	10,6
Sec 3	1,390	-4,5414995	-4,644	-4,439	0	10,6
Sec 4	1,802	-4,298691	-4,439	-4,158	0	10,6
Sec 5	6,185	-5,33868375	-5,774	-4,903	0	10,6
Sec 6	8,085	-6,3786765	-7,110	-5,648	0	10,6
Sec 7	7,664	-4,926316	-5,648	-4,205	0	10,6
Sec 8	0,000	-4,2049995	-4,205	-4,205	0	10,6
Sec 9	1,030	-4,1024995	-4,205	-4,000	0	10,6
Sec 10	0,000	-3,9999995	-4,000	-4,000	0	10,6
Sec 11	0,958	-3,8974995	-4,000	-3,795	0	10,6
Sec 12	0,077	-3,786562	-3,795	-3,778	0	10,6
Sec 13	10,083	-2,643502	-3,778	-1,509	0	10,6
Sec 14	12,689	-0,179052	-1,509	1,151	0	10,6
Sec 15	17,345	2,670346	1,151	4,190	0	10,6
Sec 16	29,771	5,892982	4,190	7,596	0	10,6
Sec 17	38,574	9,475614	7,596	11,355	0	10,6
Sec 18	48,533	13,40352	11,355	15,452	0	10,6
Sec 19	55,880	17,6605595	15,452	19,869	0	10,6
Sec 20	59,708	22,2292405	19,869	24,589	0	10,6
Sec 21	63,290	27,090788	24,589	29,592	0	10,6
Sec 22	66,612	32,2252255	29,592	34,858	0	10,6
Sec 23	69,660	37,611454	34,858	40,365	0	10,6
Sec 24	72,422	43,2273405	40,365	46,090	0	10,6
Sec 25	74,886	49,0498085	46,090	52,010	0	10,6
Sec 26	77,043	55,05493	52,010	58,100	0	10,6
Sec 27	78,883	61,218033	58,100	64,336	0	10,6
Sec 28	80,399	67,5137905	64,336	70,692	0	10,6
Sec 29	81,585	73,9163285	70,692	77,141	0	10,6
Sec 30	82,435	80,3993375	77,141	83,658	0	10,6
Sec 31	82,947	86,93618	83,658	90,215	0	10,6
Sec 32	30,111	91,4048575	90,215	92,595	0	10,6
Sec 33	2,593	92,697502	92,595	92,800	0	10,6
Sec 34	2,593	92,902504	92,800	93,005	0	10,6
Sec 35	47,821	94,8951455	93,005	96,785	0	10,6
Sec 36	82,947	100,06382	96,785	103,342	0	10,6
Sec 37	82,435	106,600663	103,342	109,859	0	10,6
Sec 38	81,585	113,083672	109,859	116,308	0	10,6
Sec 39	80,399	119,48621	116,308	122,664	0	10,6
Sec 40	78,883	125,781967	122,664	128,900	0	10,6



Sec 41	77,043	131,945069	128,900	134,990	0	10,6
Sec 42	74,886	137,950188	134,990	140,910	0	10,6
Sec 43	72,422	143,77266	140,910	146,635	0	10,6
Sec 44	69,660	149,38855	146,635	152,142	0	10,6
Sec 45	66,612	154,774773	152,142	157,408	0	10,6
Sec 46	63,290	159,909211	157,408	162,411	0	10,6
Sec 47	59,707	164,77076	162,411	167,131	0	10,6
Sec 48	55,880	169,339439	167,131	171,548	0	10,6
Sec 49	51,823	177,596481	175,548	179,645	0	10,6
Sec 50	47,553	181,524384	179,645	183,404	0	10,6
Sec 51	40,430	185,107018	183,404	186,810	0	10,6
Sec 52	31,400	188,329659	186,810	189,849	0	10,6
Sec 53	22,637	191,179055	189,849	192,509	0	10,6
Sec 54	5,176	192,951943	192,509	193,395	0	10,6
Sec 55	0,062	193,40184	193,395	193,409	0	10,6
Sec 56	0,859	193,504341	193,409	193,600	0	10,6
Sec 57	0,057	193,606842	193,600	193,614	0	10,6
Sec 58	0,792	193,709343	193,614	193,805	0	10,6
Sec 59	0,053	193,811844	193,805	193,819	0	10,6
Sec 60	3,669	194,298401	193,819	194,778	0	10,6
Sec 61	2,808	195,316424	194,778	195,855	0	10,6
Sec 62	0,000	97,9273625	195,855	0,000	0	10,6
TOTAL PTC	4217,98	93			0	10,6

Por tanto, ya tenemos todos los pesos y su distribución. Ahora es cuando los introducimos en el “Maxsurf Stability Interprise”, para sacar los cálculos de resistencia longitudinal de cada condición.

	Peso (t)	XG (m)	YG (m)	KG (m)
PESOS LOCALES	2554,39	40,55	0,00	15,78
PLC	6628,13	91,98	0,00	10,60
PTC	4217,98	93,00	0,00	10,60
TOTAL PESO ROSCA	13400,50	82,50	0,00	11,59

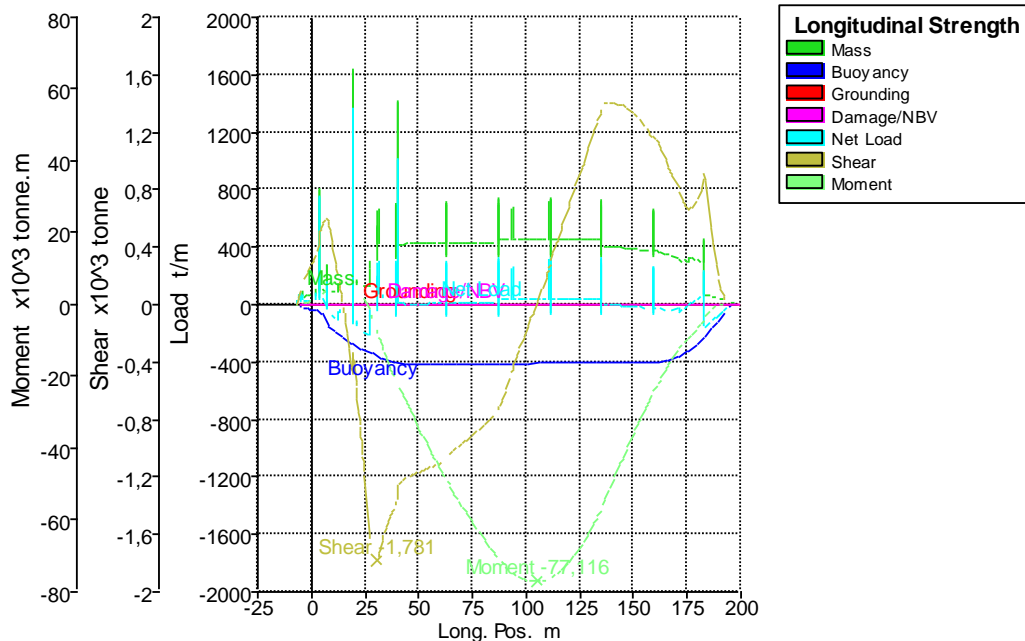
Como podemos observar, el centro de gravedad nos ha variado un poco, pero nos quedaremos con estos valores proporcionados por el programa, ya que son más fiables.

## **7.2. Curvas de pesos, empujes, fuerzas cortantes y momentos flectores.**

Una vez distribuidos los pesos, se analiza cada condición de carga mediante el cálculo de la resistencia longitudinal, (marcando la opción “Longitudinal Strength” en Maxsurf). Así podemos obtener las curvas de pesos, empujes, fuerzas cortantes y momentos flectores.

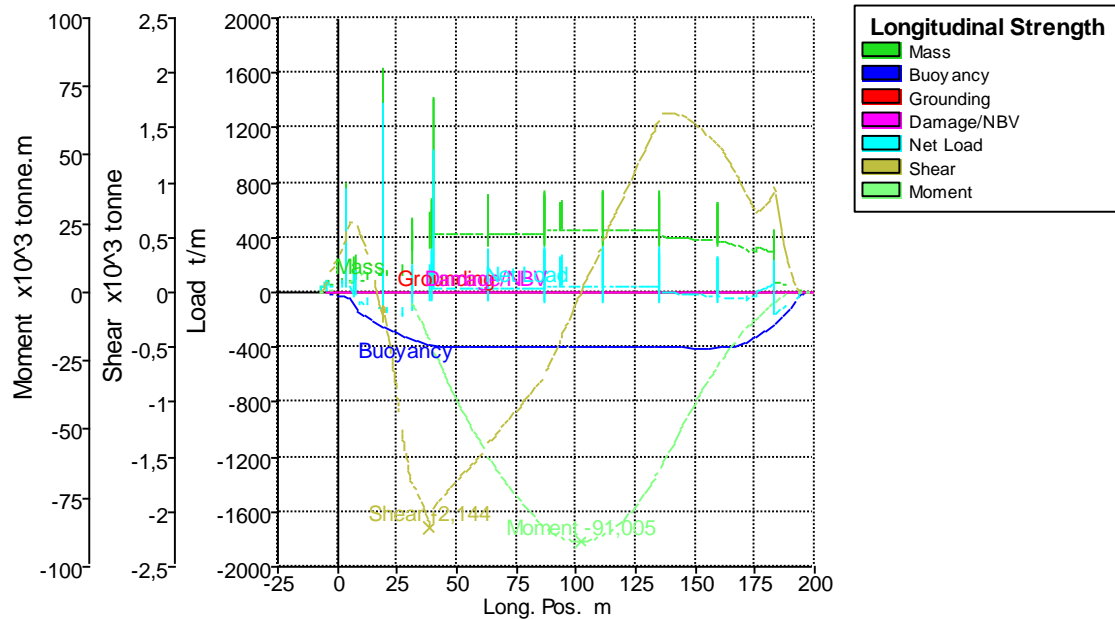
### 7.2.1. Condición 1. Salida a plena carga.

Sec	Pos. Long. (m)	Masa (t/m)	Empuje (t/m)	Carga Neta (t/m)	Cortante x10 <sup>3</sup> (t)	Momento x10 <sup>3</sup> (t.m)
0	0,000	62,203	-34,236	27,968	0,275	1,096
1/4	4,840	99,694	-60,720	38,973	0,556	3,007
1/2	9,680	91,664	-168,329	-76,664	0,416	5,635
3/4	14,520	135,950	-222,918	-86,968	0,016	6,649
1	19,360	138,424	-270,842	-132,418	-0,367	5,559
1 1/2	29,040	310,601	-344,653	-34,052	-1,706	-5,183
2	38,720	436,111	-400,172	35,938	-1,407	-20,657
2 1/2	48,400	422,890	-417,684	5,205	-1,177	-32,541
3	58,080	424,733	-417,488	7,245	-1,121	-43,684
3 1/2	67,760	427,930	-415,783	12,147	-0,996	-53,977
4	77,440	426,878	-414,102	12,777	-0,875	-63,044
5	96,800	450,911	-410,733	40,179	-0,310	-75,928
6	116,160	451,740	-407,394	44,346	0,523	-74,137
6 1/2	125,840	450,269	-405,724	44,546	0,953	-66,980
7	135,520	409,593	-404,052	5,541	1,393	-55,669
7 1/2	145,200	394,700	-402,398	-7,698	1,383	-42,136
8	154,880	379,811	-400,801	-20,991	1,243	-29,335
8 1/2	164,560	355,697	-389,481	-33,784	1,014	-18,289
9	174,240	308,145	-332,308	-24,163	0,684	-10,065
9 1/4	179,080	310,991	-281,333	29,658	0,718	-6,775
9 1/2	183,920	64,915	-211,237	-146,322	0,790	-2,929
9 3/4	188,760	47,501	-129,121	-81,620	0,250	-0,483
10	193,600	16,142	-32,560	-16,418	0,004	0,014
st 23	194,600	15,053	-19,365	-4,312	-0,006	0,012
st 24	195,600	12,753	-9,608	3,145	-0,006	0,006
st 25	196,600	8,019	-0,437	7,582	-0,003	0,001
st 26	197,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
st 27	198,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



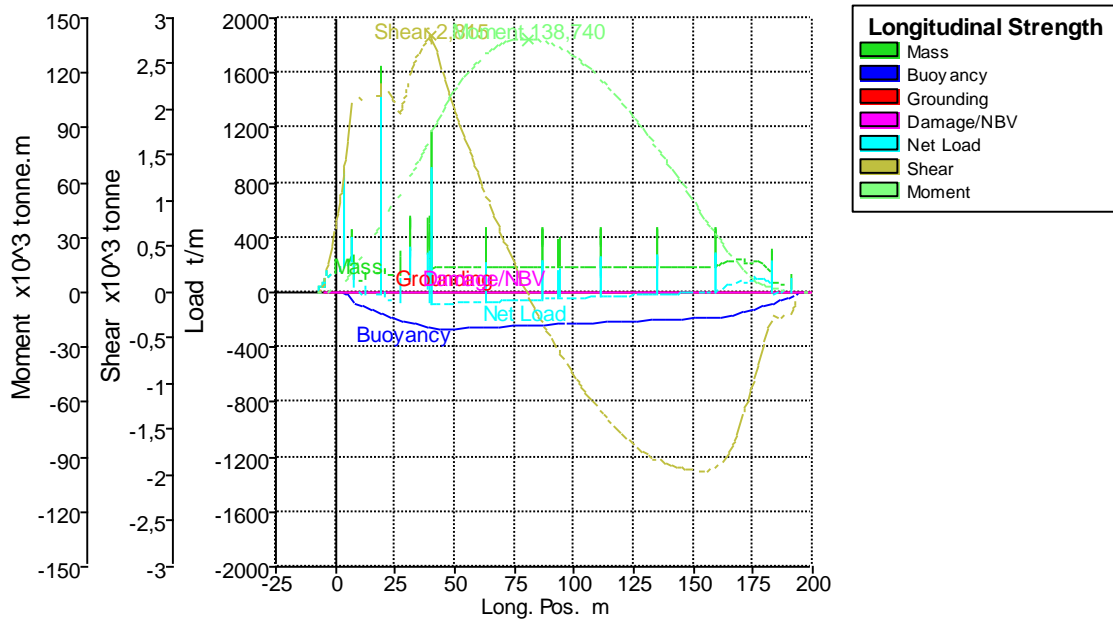
### 7.2.2. Condición 2. Llegada a plena carga.

Sec	Pos. Long. (m)	Masa (t/m)	Empuje (t/m)	Carga Neta (t/m)	Cortante x10 <sup>3</sup> (t)	Momento x10 <sup>3</sup> (t.m)
0	0,000	57,848	-22,496	35,353	0,317	1,201
1/4	4,840	87,438	-46,891	40,546	0,620	3,382
1/2	9,680	91,664	-150,947	-59,282	0,520	6,366
3/4	14,520	126,273	-203,244	-76,971	0,188	8,071
1	19,360	127,073	-250,166	-123,093	-0,149	7,928
1 1/2	29,040	209,743	-323,578	-113,836	-1,522	-0,188
2	38,720	319,434	-380,342	-60,909	-2,130	-18,147
2 1/2	48,400	422,530	-399,481	23,050	-1,757	-36,477
3	58,080	425,712	-401,240	24,473	-1,531	-52,417
3 1/2	67,760	426,929	-401,533	25,395	-1,259	-65,920
4	77,440	427,216	-401,850	25,365	-1,013	-76,921
5	96,800	450,588	-402,478	48,110	-0,250	-90,355
6	116,160	450,735	-403,135	47,600	0,708	-86,029
6 1/2	125,840	450,686	-403,464	47,223	1,167	-76,943
7	135,520	408,096	-403,791	4,306	1,628	-63,452
7 1/2	145,200	394,477	-404,134	-9,657	1,602	-47,719
8	154,880	380,823	-404,537	-23,714	1,440	-32,901
8 1/2	164,560	354,958	-395,047	-40,089	1,164	-20,138
9	174,240	308,553	-339,077	-30,524	0,772	-10,755
9 1/4	179,080	311,912	-288,150	23,761	0,777	-7,110
9 1/2	183,920	64,915	-216,989	-152,073	0,823	-3,046
9 3/4	188,760	47,501	-132,785	-85,284	0,259	-0,498
10	193,600	16,142	-32,496	-16,354	0,004	0,014
st 23	194,600	15,053	-19,339	-4,286	-0,006	0,012
st 24	195,600	12,753	-9,599	3,154	-0,006	0,006
st 25	196,600	8,019	-0,436	7,582	-0,003	0,001
st 26	197,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
st 27	198,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



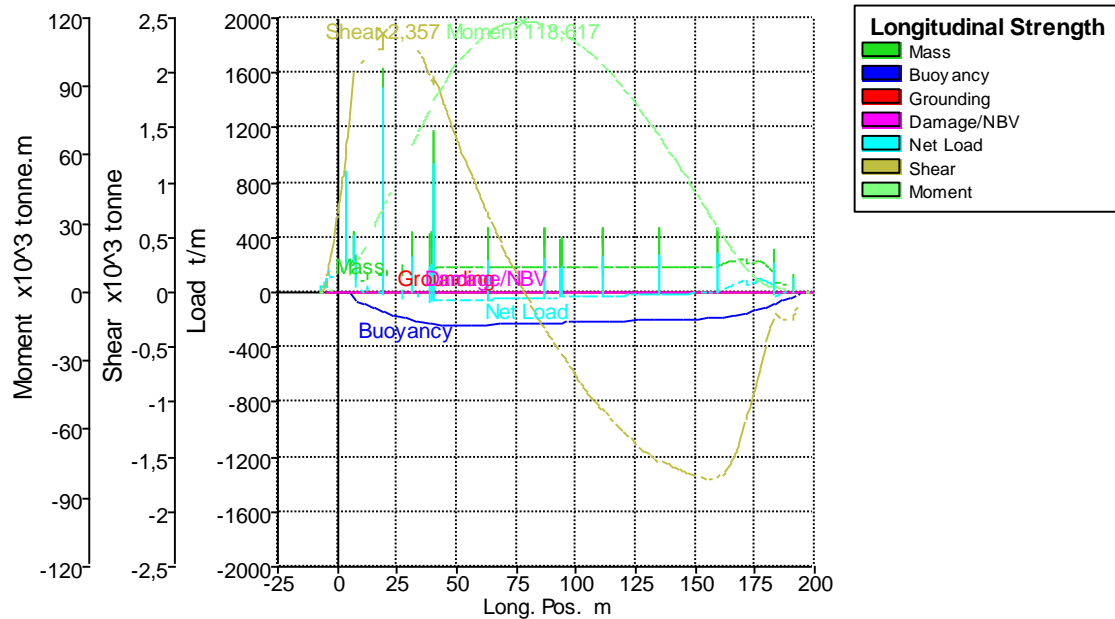
### 7.2.3. Condición 3. Salida en Lastre.

Sec	Pos. Long. (m)	Masa (t/m)	Empuje (t/m)	Carga Neta (t/m)	Cortante x10 <sup>3</sup> (t)	Momento x10 <sup>3</sup> (t.m)
0	0,000	132,452	0,000	132,452	0,712	2,093
1/4	4,840	203,416	-8,652	194,764	1,603	7,508
1/2	9,680	91,664	-88,854	2,810	2,116	17,110
3/4	14,520	135,822	-123,768	12,054	2,151	27,367
1	19,360	138,380	-158,092	-19,712	2,284	37,834
1 1/2	29,040	310,157	-211,063	99,094	2,136	58,310
2	38,720	282,789	-253,321	29,468	2,772	82,725
2 1/2	48,400	184,421	-264,024	-79,604	2,127	106,969
3	58,080	185,520	-258,164	-72,644	1,389	123,965
3 1/2	67,760	185,552	-250,852	-65,300	0,749	134,219
4	77,440	185,636	-243,564	-57,929	0,153	138,552
5	96,800	185,730	-228,984	-43,254	-0,777	131,914
6	116,160	185,933	-214,432	-28,499	-1,443	109,828
6 1/2	125,840	185,987	-207,156	-21,169	-1,684	94,630
7	135,520	186,061	-199,878	-13,818	-1,825	77,473
7 1/2	145,200	186,170	-192,616	-6,446	-1,923	59,273
8	154,880	186,308	-185,413	0,894	-1,950	40,469
8 1/2	164,560	220,572	-171,623	48,949	-1,762	22,139
9	174,240	217,936	-132,790	85,146	-1,061	8,236
9 1/4	179,080	204,429	-106,866	97,563	-0,586	4,239
9 1/2	183,920	64,915	-77,162	-12,246	-0,258	2,346
9 3/4	188,760	47,501	-46,115	1,387	-0,265	1,050
10	193,600	49,708	-14,325	35,384	-0,066	0,084
st 23	194,600	33,906	-6,487	27,420	-0,036	0,034
st 24	195,600	20,171	-2,848	17,323	-0,014	0,010
st 25	196,600	8,019	-0,129	7,889	-0,003	0,002
st 26	197,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
st 27	198,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



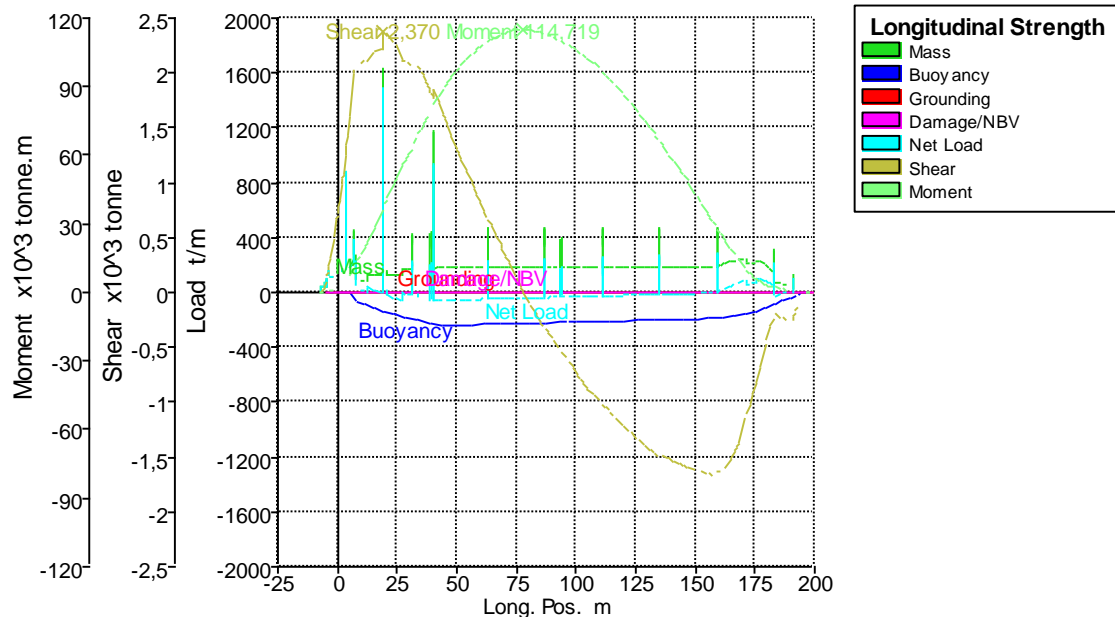
#### 7.2.4. Condición 4. Llegada en Lastre.

Sec	Pos. Long. (m)	Masa (t/m)	Empuje (t/m)	Carga Neta (t/m)	Cortante x10 <sup>3</sup> (t)	Momento x10 <sup>3</sup> (t.m)
0	0,000	128,097	0,000	128,097	0,703	2,080
1/4	4,840	191,178	-5,133	186,045	1,559	7,376
1/2	9,680	91,664	-74,047	17,618	2,084	16,730
3/4	14,520	126,209	-105,231	20,977	2,179	26,997
1	19,360	127,045	-137,174	-10,129	2,354	37,701
1 1/2	29,040	209,662	-187,889	21,773	2,194	59,505
2	38,720	166,771	-230,233	-63,462	1,951	80,343
2 1/2	48,400	184,421	-242,489	-58,069	1,491	97,406
3	58,080	185,520	-238,958	-53,438	0,950	109,206
3 1/2	67,760	185,552	-234,051	-48,499	0,485	116,084
4	77,440	185,636	-229,168	-43,533	0,039	118,597
5	96,800	185,730	-219,397	-33,667	-0,658	112,156
6	116,160	185,933	-209,655	-23,722	-1,186	93,863
6 1/2	125,840	185,987	-204,784	-18,797	-1,392	81,345
7	135,520	186,061	-199,911	-13,850	-1,522	67,090
7 1/2	145,200	186,170	-195,054	-8,883	-1,632	51,789
8	154,880	186,308	-190,256	-3,948	-1,694	35,653
8 1/2	164,560	220,572	-178,722	41,850	-1,564	19,541
9	174,240	217,936	-141,006	76,930	-0,939	7,200
9 1/4	179,080	204,429	-114,668	89,761	-0,503	3,699
9 1/2	183,920	64,915	-83,772	-18,857	-0,210	2,121
9 3/4	188,760	47,501	-50,766	-3,265	-0,244	0,991
10	193,600	49,708	-16,599	33,109	-0,062	0,080
st 23	194,600	33,906	-8,167	25,739	-0,034	0,033
st 24	195,600	20,171	-3,726	16,445	-0,013	0,009
st 25	196,600	8,019	-0,169	7,849	-0,003	0,002
st 26	197,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
st 27	198,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



### 7.2.5. Condición 5. Lastre MARPOL.

Sec	Pos. Long. (m)	Masa (t/m)	Empuje (t/m)	Carga Neta (t/m)	Cortante x10 <sup>3</sup> (t)	Momento x10 <sup>3</sup> (t.m)
0	0,000	128,097	0,000	128,097	0,703	2,082
1/4	4,840	189,405	-5,133	184,272	1,556	7,377
1/2	9,680	91,664	-71,767	19,897	2,081	16,706
3/4	14,520	124,991	-102,344	22,647	2,176	26,995
1	19,360	125,711	-133,866	-8,155	2,368	37,687
1 1/2	29,040	172,612	-184,178	-11,566	2,101	59,403
2	38,720	166,771	-226,521	-59,750	1,823	78,901
2 1/2	48,400	184,421	-239,002	-54,581	1,398	94,900
3	58,080	185,520	-235,854	-50,335	0,889	105,958
3 1/2	67,760	185,552	-231,349	-45,796	0,452	112,389
4	77,440	185,636	-226,867	-41,231	0,030	114,704
5	96,800	185,730	-217,898	-32,168	-0,630	108,481
6	116,160	185,933	-208,958	-23,025	-1,136	90,968
6 1/2	125,840	185,987	-204,488	-18,501	-1,337	78,956
7	135,520	186,061	-200,016	-13,955	-1,467	65,235
7 1/2	145,200	186,170	-195,560	-9,390	-1,580	50,458
8	154,880	186,308	-191,163	-4,856	-1,648	34,799
8 1/2	164,560	220,572	-179,994	40,578	-1,529	19,078
9	174,240	217,936	-142,441	75,495	-0,918	7,013
9 1/4	179,080	204,429	-116,025	88,404	-0,489	3,599
9 1/2	183,920	64,915	-84,913	-19,997	-0,202	2,077
9 3/4	188,760	47,501	-51,570	-4,069	-0,241	0,977
10	193,600	49,708	-16,982	32,726	-0,062	0,077
st 23	194,600	33,906	-8,455	25,451	-0,034	0,031
st 24	195,600	20,171	-3,878	16,293	-0,013	0,008
st 25	196,600	8,019	-0,176	7,842	-0,003	0,000
st 26	197,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
st 27	198,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000



### 7.3. Momentos flectores.

A continuación, se realizará el cálculo tanto de los momentos flectores en aguas tranquilas como en olas, tanto para la condición de arrufo como para la de quebranto.

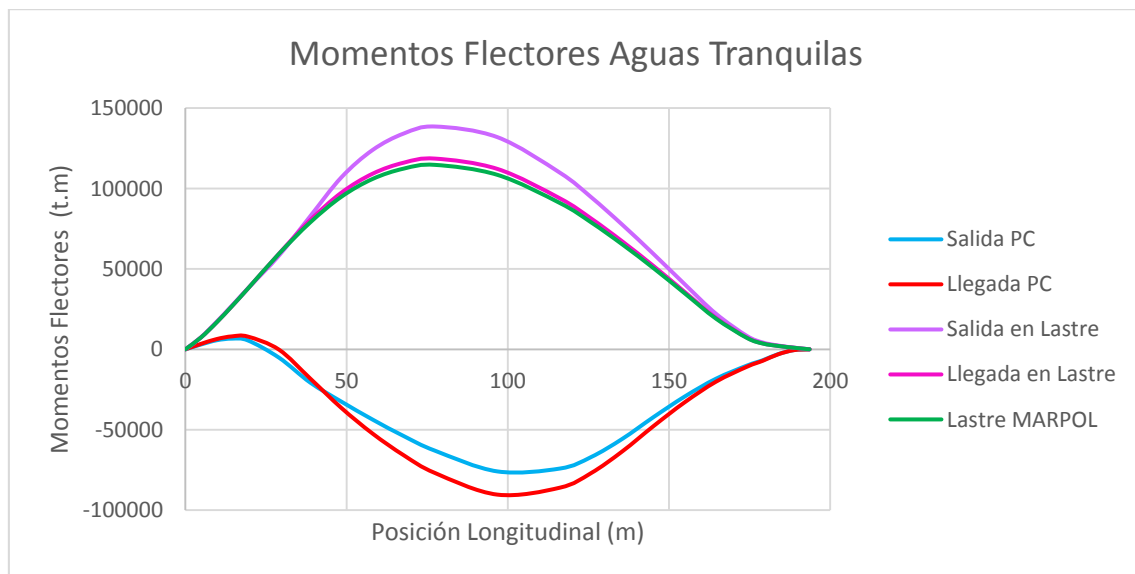
El cálculo en aguas tranquilas se obtiene del programa “Maxsurf Stability Interprise”, para cada una de las condiciones carga; marcando la opción “Longitudinal Stretch”.

Por otro lado, los momentos flectores en olas se obtendrán según lo establecido en el DNV.

Finalmente, mediante la superposición de ambos momentos, se obtendrán los momentos flectores máximos, lo que se conoce como envolvente.

#### 7.3.1. Momentos en aguas tranquilas.

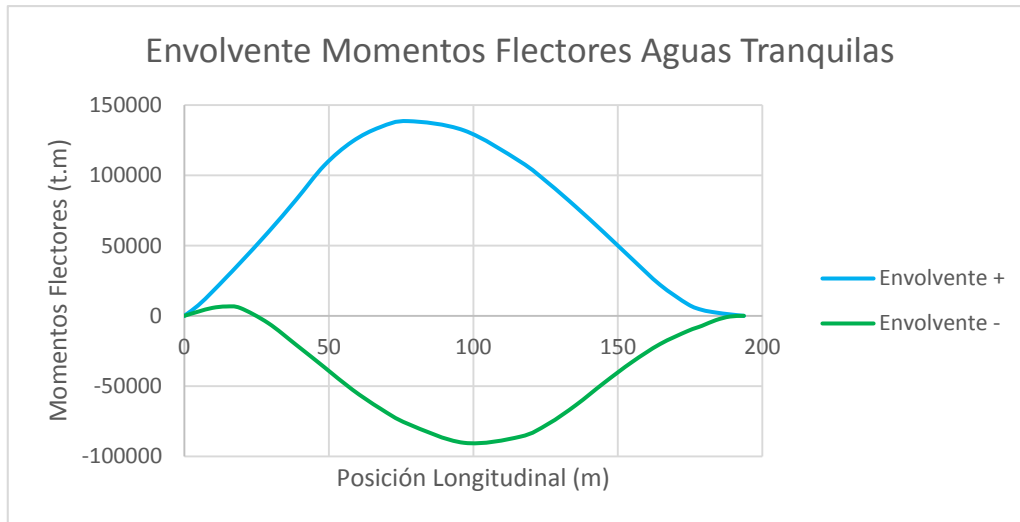
Como se ha dicho anteriormente, el software nos proporciona todos los datos necesarios de momentos en aguas tranquilas, para cada condición.





A continuación se muestra una tabla donde aparecen los momentos flectores en aguas tranquilas para cada una de las condiciones de carga, a lo largo de la eslora del buque, y la correspondiente gráfica. La última columna recoge los momentos máximos, tanto positivos como negativos, en cada una de las secciones con respecto a todas las condiciones de carga. De ahí obtendremos la envolvente real de momentos flectores.

MOMENTOS EN AGUAS TRANQUILAS (t.m)								
Sección	X	C1	C2	C3	C4	C5	Envolvente +	Envolvente -
st 1	0,00	0	0	0	0	0	0	0
st 2	4,84	3007	3382	7508	7376	7377	7508	3007
st 3	9,68	5635	6366	17110	16730	16706	17110	5635
st 4	14,52	6649	8071	27367	26997	26995	27367	6649
st 5	19,36	5559	7928	37834	37701	37687	37834	5559
st 6	29,04	-5183	-188	58310	59505	59403	59505	-5183
st 7	38,72	-20657	-18147	82725	80343	78901	82725	-20657
st 8	48,40	-32541	-36477	106969	97406	94900	106969	-36477
st 9	58,08	-43684	-52417	123965	109206	105958	123965	-52417
st 10	67,76	-53977	-65920	134219	116084	112389	134219	-65920
st 11	77,44	-63044	-76921	138552	118597	114704	138552	-76921
st 12	96,80	-75928	-90355	131914	112156	108481	131914	-90355
st 13	116,16	-74137	-86029	109828	93863	90968	109828	-86029
st 14	125,84	-66980	-76943	94630	81345	78956	94630	-76943
st 15	135,52	-55669	-63452	77473	67090	65235	77473	-63452
st 16	145,20	-42136	-47719	59273	51789	50458	59273	-47719
st 17	154,88	-29335	-32901	40469	35653	34799	40469	-32901
st 18	164,56	-18289	-20138	22139	19541	19078	22139	-20138
st 19	174,24	-10065	-10755	8236	7200	7013	8236	-10755
st 20	179,08	-6775	-7110	4239	3699	3599	4239	-7110
st 21	183,92	-2929	-3046	2346	2121	2077	2346	-3046
st 22	188,76	-483	-498	1050	991	977	1050	-498
st 23	193,60	0	0	0	0	0	0	0



### 7.3.2. Momentos flectores en olas.

De acuerdo con el Reglamento DNV en su Pat. 8, Ch 1, Sec.7, apartado 3.4.1., los momentos por olas se pueden obtener mediante las siguientes expresiones:

Para la condición de quebranto (Hogging):

$$M_{wv-hog} = f_{prob} * 0,19 * f_{wv-v} * C_{wv} * L^2 * B * Cb$$

Para la condición de arrufo (Sagging):

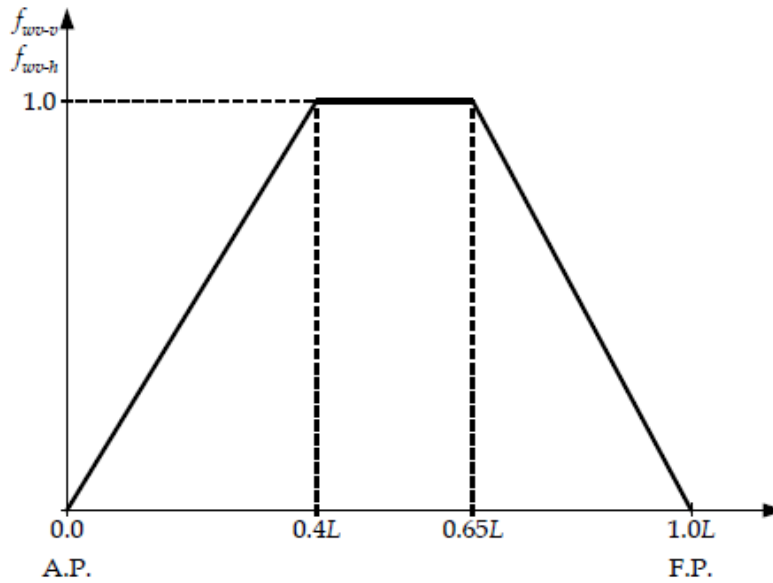
$$M_{wv-sag} = -f_{prob} * 0,11 * f_{wv-v} * C_{wv} * L^2 * B * (Cb + 0,7)$$

Siendo:

$$f_{prob} = 1$$

$$f_{wv-v}$$

= factor de distribución a lo largo de la eslora, según la siguiente figura.



$$C_{wv} = 10,75 - \left( \frac{300 - L}{100} \right)^{\frac{3}{2}} . \text{ Para buques de esloras entre 150 y 300 m.}$$

$$L = 192,45 \text{ m.}$$

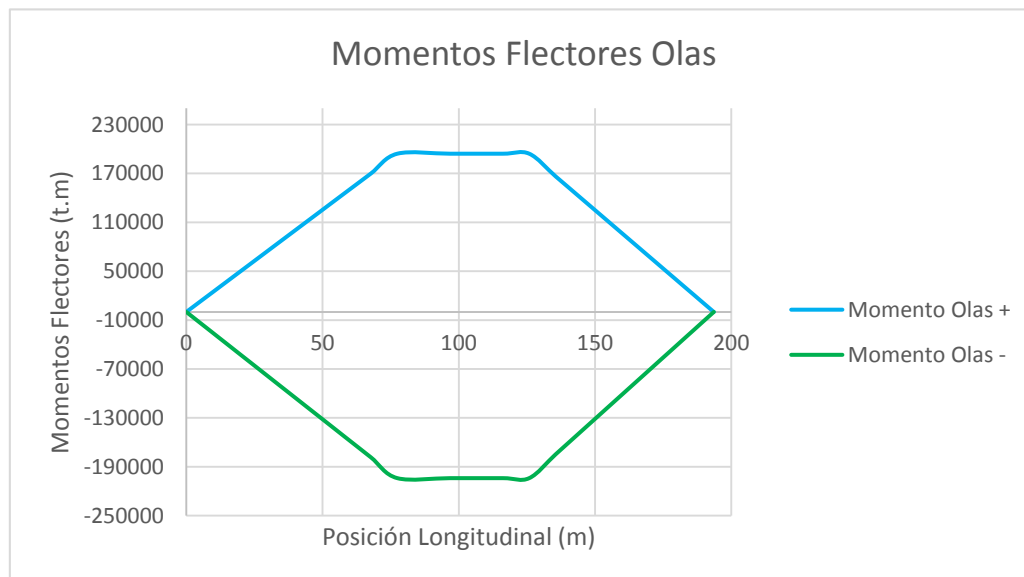
$$B = 32,2 \text{ m}$$

$$Cb = \frac{\Delta}{\rho * L * B * T} = 0,86$$

A continuación, en la siguiente tabla se muestran los valores del momento flector por olas, a lo largo de la eslora. Y finalmente la gráfica que la representa.

MOMENTOS FLECTORES EN OLAS (t.m)				
Sección	X	f <sub>wv-v</sub>	Momento Olas +	Momento Olas -
st 1	0	0,000	0,00	0,00
st 2	4,84	0,063	12139,80	-12749,02
st 3	9,68	0,125	24279,60	-25498,03
st 4	14,52	0,188	36419,40	-38247,05
st 5	19,36	0,250	48559,19	-50996,07
st 6	29,04	0,375	72838,79	-76494,10
st 7	38,72	0,500	97118,39	-101992,14
st 8	48,4	0,625	121397,99	-127490,17
st 9	58,08	0,750	145677,58	-152988,21
st 10	67,76	0,875	169957,18	-178486,24
st 11	77,44	1,000	194236,78	-203984,28
st 12	96,8	1,000	194236,78	-203984,28
st 13	116,16	1,000	194236,78	-203984,28
st 14	125,84	1,000	194236,78	-203984,28

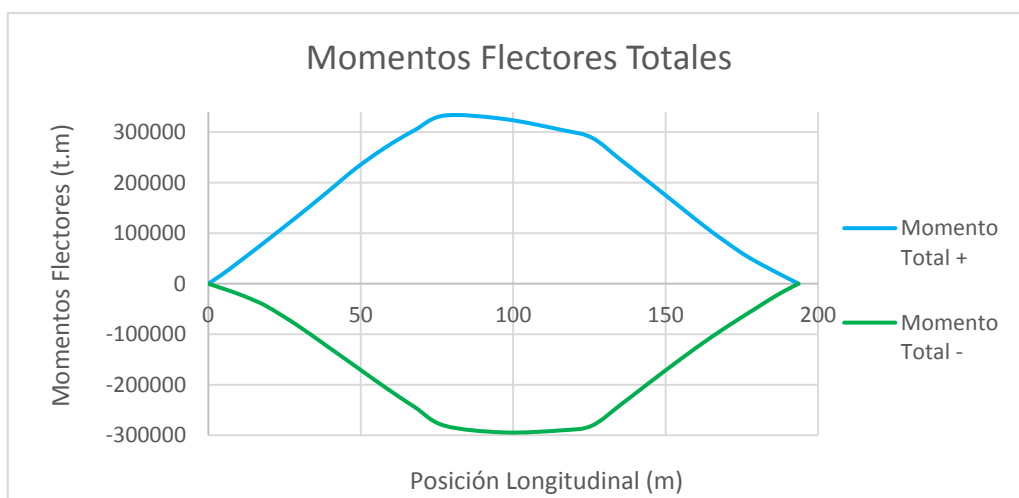
st 15	135,52	0,857	166488,67	-174843,67
st 16	145,2	0,714	138740,56	-145703,06
st 17	154,88	0,571	110992,44	-116562,44
st 18	164,56	0,429	83244,33	-87421,83
st 19	174,24	0,286	55496,22	-58281,22
st 20	179,08	0,214	41622,17	-43710,92
st 21	183,92	0,143	27748,11	-29140,61
st 22	188,76	0,071	13874,06	-14570,31
st 23	193,6	0,000	0,00	0,00
st 24	194,6	0,000	0,00	0,00
st 25	195,6	0,000	0,00	0,00
st 26	196,6	0,000	0,00	0,00
st 27	197,6	0,000	0,00	0,00
st 28	198,6	0,000	0,00	0,00



### 7.3.3. Momentos flectores totales.

Sumando la envolvente de momentos flectores en aguas tranquilas y en olas, obtenemos la envolvente de los momentos flectores totales.

X	Momento A.T. +	Momento A.T. -	Momento Olas +	Momento Olas -	M. Total +	M. Total -
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,84	7508,00	3007,00	12139,80	-12749,02	19647,80	-9742,02
9,68	17110,00	5635,00	24279,60	-25498,03	41389,60	-19863,03
14,52	27367,00	6649,00	36419,40	-38247,05	63786,40	-31598,05
19,36	37834,00	5559,00	48559,19	-50996,07	86393,19	-45437,07
29,04	59505,00	-5183,00	72838,79	-76494,10	132343,79	-81677,10
38,72	82725,00	-20657,00	97118,39	-101992,14	179843,39	-122649,14
48,4	106969,00	-36477,00	121397,99	-127490,17	228366,99	-163967,17
58,08	123965,00	-52417,00	145677,58	-152988,21	269642,58	-205405,21
67,76	134219,00	-65920,00	169957,18	-178486,24	304176,18	-244406,24
77,44	138552,00	-76921,00	194236,78	-203984,28	332788,78	-280905,28
96,8	131914,00	-90355,00	194236,78	-203984,28	326150,78	-294339,28
116,16	109828,00	-86029,00	194236,78	-203984,28	304064,78	-290013,28
125,84	94630,00	-76943,00	194236,78	-203984,28	288866,78	-280927,28
135,52	77473,00	-63452,00	166488,67	-174843,67	243961,67	-238295,67
145,2	59273,00	-47719,00	138740,56	-145703,06	198013,56	-193422,06
154,88	40469,00	-32901,00	110992,44	-116562,44	151461,44	-149463,44
164,56	22139,00	-20138,00	83244,33	-87421,83	105383,33	-107559,83
174,24	8236,00	-10755,00	55496,22	-58281,22	63732,22	-69036,22
179,08	4239,00	-7110,00	41622,17	-43710,92	45861,17	-50820,92
183,92	2346,00	-3046,00	27748,11	-29140,61	30094,11	-32186,61
188,76	1050,00	-498,00	13874,06	-14570,31	14924,06	-15068,31
193,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



#### 7.4. Módulo mínimo y módulo requerido.

El módulo mínimo necesario para la sección maestra del buque, según el DNV, en su Part3, Ch1, Sec5, apartado 303; se calcula mediante las siguientes fórmulas:

$$Z_0 = \frac{C_{wo}}{f_1} * L^2 * B * (Cb + 0,7) = 17,92 \text{ m}^3$$

Siendo:

$$C_{wo} = 10,75 - \left( \frac{300 - L}{100} \right)^{\frac{3}{2}}. \text{ Para buques de esloras } < 300 \text{ m.}$$

$$f_1 = 1. \text{ Factor del acero.}$$

$$L = 192,45 \text{ m. (Cuaderno 8)}$$

$$B = 32,2 \text{ m}$$

$$Cb = \frac{\Delta}{\rho * L * B * T} = 0,86$$

Por otro lado, la normativa propone un módulo mínimo requerido, en su Part3, Ch1, Sec5, apartado 304

$$Z_0 = \frac{|M_S + M_W|}{\sigma_l} 10^3 = 17,05 \text{ m}^3$$

Siendo:

$$M_S + M_W = \text{momento total máximo, en valor absoluto.}$$

$$\sigma_l = 175 \frac{N}{mm^2}, \text{ para valores de } 0,4L \text{ a } 0,6L.$$

$$125 \frac{N}{mm^2}, \text{ para valores de A.P. a } 0,1L. \text{ y de } 0,9L \text{ a F.P.}$$

En la sección maestra, el módulo mínimo será el mayor de:

$$Z_0 = 17,92 \text{ m}^3$$

$$Z_0 = 17,05 \text{ m}^3$$

Por lo que a priori el módulo mínimo se satisface, ya que:

$$W_{\min} < W_{\text{Fondo}} < W_{\text{Cubierta}}$$

$$17,92 < 31,09 < 19,46$$

A continuación comprobamos si la estructura soportaría los momentos flectores producidos por las condiciones de carga.

Por un lado, de acuerdo a los cálculos de resistencia longitudinal que se han realizado anteriormente tenemos que el momento flector máximo es el siguiente:

Momento Flector Total + (t.m)	326150,78
Momento Flector Total - (t.m)	-294339,28

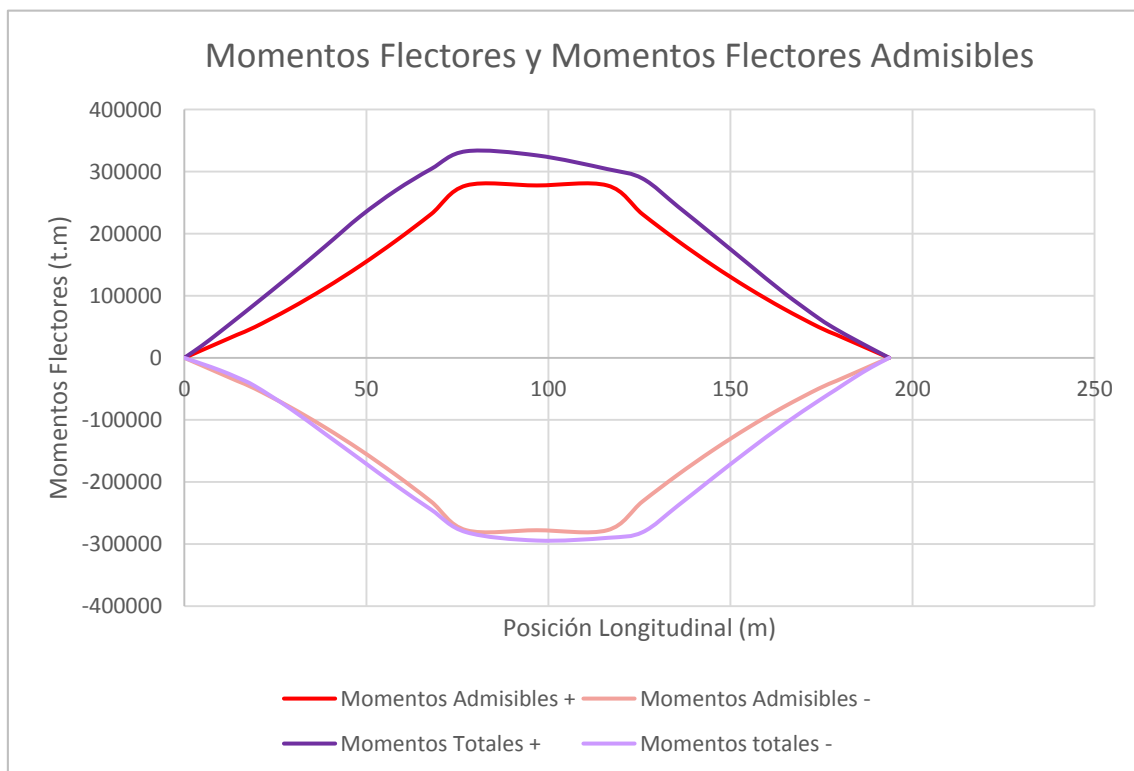
Estos valores se obtienen de coger la suma de los momentos flectores en aguas tranquilas y en olas, tanto para la condición de arrufo, como de quebranto.

Por otro lado, hallamos los momentos flectores admisibles, que se obtiene mediante el módulo mínimo, que en este caso es el módulo de la cubierta.

X	$\sigma$	Z fondo	Z cubierta	Mom. Adm +	Mom. Adm -	MT +	MT -
0	125,000	0	0	0	0	0,00	0,00
4,84	125,000	1554500	973000	12398,06	-12398,06	19647,80	-9742,02
9,68	125,000	3109000	1946000	24796,13	-24796,13	41389,60	-19863,03
14,52	125,000	4663500	2919000	37194,19	-37194,19	63786,40	-31598,05
19,36	125,000	6218000	3892000	49592,25	-49592,25	86393,19	-45437,07
29,04	133,333	9327000	5838000	79347,60	-79347,60	132343,79	-81677,10
38,72	141,667	12436000	7784000	112409,11	-112409,11	179843,39	-122649,14
48,4	150,000	15545000	9730000	148776,76	-148776,76	228366,99	-163967,17
58,08	158,333	18654000	11676000	188450,56	-188450,56	269642,58	-205405,21
67,76	166,667	21763000	13622000	231430,51	-231430,51	304176,18	-244406,24
77,44	175,000	24872000	15568000	277716,62	-277716,62	332788,78	-280905,28
96,8	175,000	31090000	15568000	277716,62	-277716,62	326150,78	-294339,28
116,16	175,000	24872000	15568000	277716,62	-277716,62	304064,78	-290013,28
125,84	166,667	21763000	13622000	231430,51	-231430,51	288866,78	-280927,28
135,52	158,333	18654000	11676000	188450,56	-188450,56	243961,67	-238295,67
145,2	150,000	15545000	9730000	148776,76	-148776,76	198013,56	-193422,06
154,88	141,667	12436000	7784000	112409,11	-112409,11	151461,44	-149463,44
164,56	133,333	9327000	5838000	79347,60	-79347,60	105383,33	-107559,83
174,24	125,000	6218000	3892000	49592,25	-49592,25	63732,22	-69036,22

179,08	125,000	4663500	2919000	37194,19	-37194,19	45861,17	-50820,92
183,92	125,000	3109000	1946000	24796,13	-24796,13	30094,11	-32186,61
188,76	125,000	1554500	973000	12398,06	-12398,06	14924,06	-15068,31
193,6	125,000	0	0	0	0	0,00	0,00

Como podemos comprobar en la siguiente gráfica la estructura no podría soportar los momentos flectores producidos por las distintas condiciones de carga, ya que están por encima de los momentos flectores admisibles.





## 7.5. Esfuerzos cortantes.

En este apartado se llevará a cabo el cálculo tanto de los esfuerzos cortantes en aguas tranquilas como en olas. La obtención de los cortantes en aguas tranquilas será mediante el “Maxsurf Stability Interprise” de igual manera que para los momentos flectores.

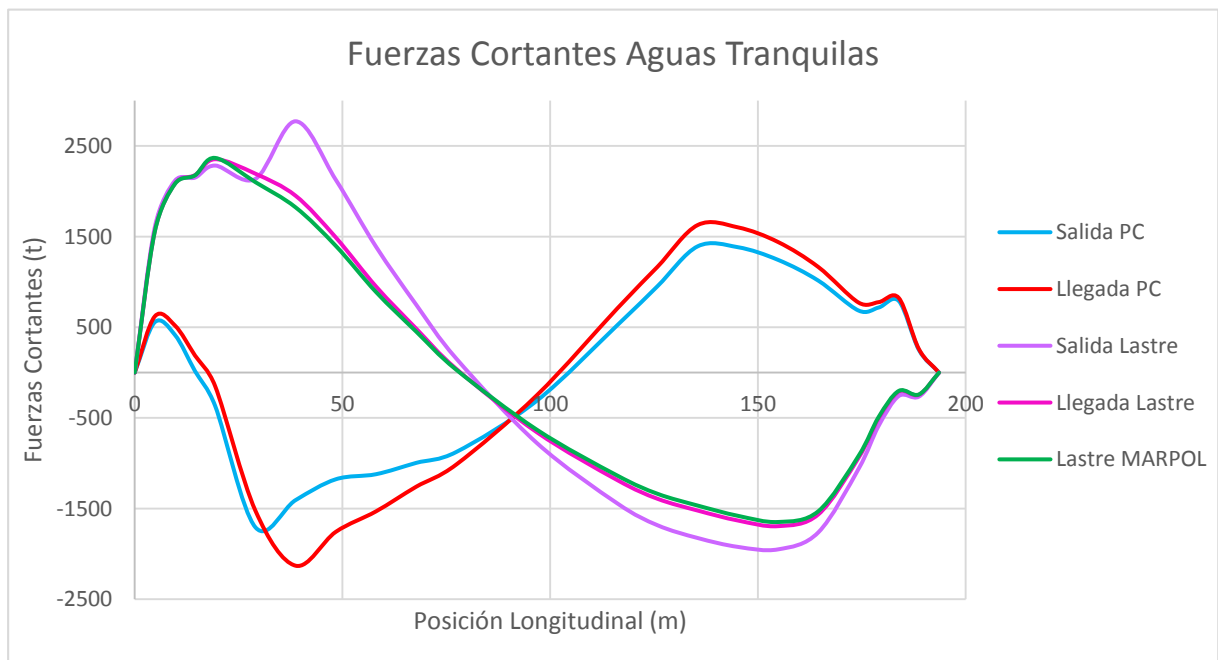
Por otro lado, los esfuerzos cortantes por olas se calcularán mediante las fórmulas del DNV, correspondiente a la parte “Resistencia Longitudinal”.

Finalmente, mediante la superposición de ambos esfuerzos cortantes, se obtendrán los esfuerzos máximos que actúan sobre cada una de las secciones del buque, lo que se conoce como envolvente de esfuerzos cortantes.

### 7.5.1. Esfuerzos cortantes en aguas tranquilas.

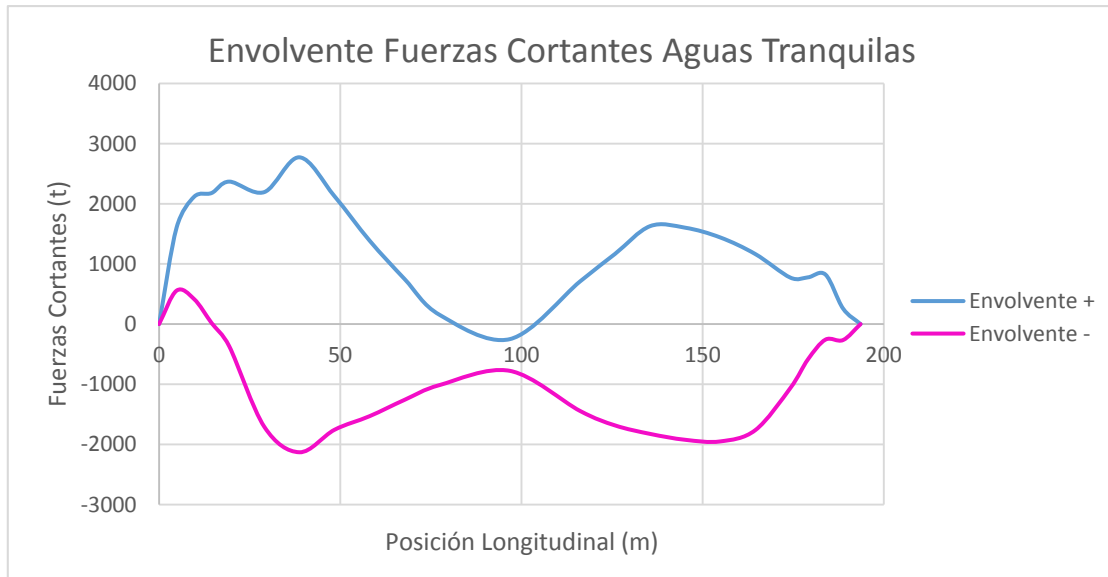
Se construirá una envolvente formada por los valores máximos, obteniendo dos curvas correspondientes a las fuerzas cortantes tanto positivas como negativas, que nos indicarán cuales son los máximos esfuerzos a lo largo de la eslora.

A continuación se muestra la gráfica obtenida del programa, de cada condición.



A continuación se muestra una tabla donde aparecen las fuerzas cortantes en aguas tranquilas para cada una de las condiciones de carga. Las dos últimas columnas recogen las fuerzas cortantes máximas tanto positivas como negativas, en cada una de las secciones con respecto a todas las condiciones de carga. De ahí se obtendrá la envolvente de fuerzas cortantes máximas.

CORTANTES EN AGUAS TRANQUILAS (t)								
Sección	X	C1	C2	C3	C4	C5	Envolvente +	Envolvente -
st 1	0,00	0	0	0	0	0	0	0
st 2	4,84	556	620	1603	1559	1556	1603	556
st 3	9,68	416	520	2116	2084	2081	2116	416
st 4	14,52	16	188	2151	2179	2176	2179	16
st 5	19,36	-367	-149	2284	2354	2368	2368	-367
st 6	29,04	-1706	-1522	2136	2194	2101	2194	-1706
st 7	38,72	-1407	-2130	2772	1951	1823	2772	-2130
st 8	48,40	-1177	-1757	2127	1491	1398	2127	-1757
st 9	58,08	-1121	-1531	1389	950	889	1389	-1531
st 10	67,76	-996	-1259	749	485	452	749	-1259
st 11	77,44	-875	-1013	153	39	30	153	-1013
st 12	96,80	-310	-250	-777	-658	-630	-250	-777
st 13	116,16	523	708	-1443	-1186	-1136	708	-1443
st 14	125,84	953	1167	-1684	-1392	-1337	1167	-1684
st 15	135,52	1393	1628	-1825	-1522	-1467	1628	-1825
st 16	145,20	1383	1602	-1923	-1632	-1580	1602	-1923
st 17	154,88	1243	1440	-1950	-1694	-1648	1440	-1950
st 18	164,56	1014	1164	-1762	-1564	-1529	1164	-1762
st 19	174,24	684	772	-1061	-939	-918	772	-1061
st 20	179,08	718	777	-586	-503	-489	777	-586
st 21	183,92	790	823	-258	-210	-202	823	-258
st 22	188,76	250	259	-265	-244	-241	259	-265
st 23	193,60	0	0	0	0	0	0	0



### 7.5.2. Esfuerzos cortantes en olas.

De acuerdo con el Reglamento DNV en su Pat. 8, Ch 1, Sec.7, apartado 3.4.3., los esfuerzos cortantes por olas se pueden obtener mediante las siguientes expresiones:

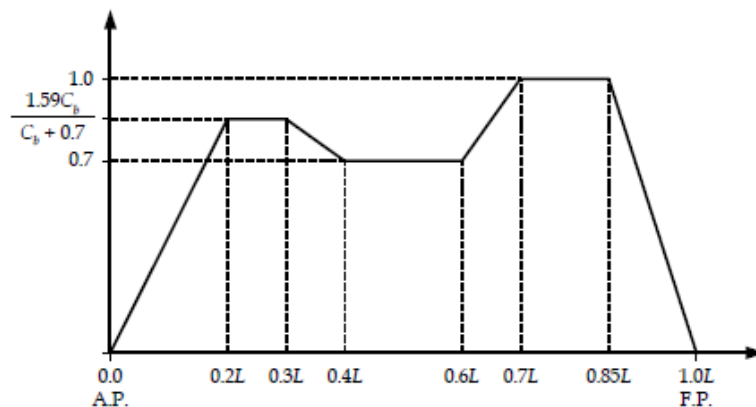
Para los positivos:

$$Q_{wv-pos} = 0,3 * f_{qwv-pos} * C_{wv} * L * B * (Cb + 0,7)$$

Para los negativos:

$$Q_{wv-neg} = -0,3 * f_{qwv-neg} * C_{wv} * L * B * (Cb + 0,7)$$

Siendo:

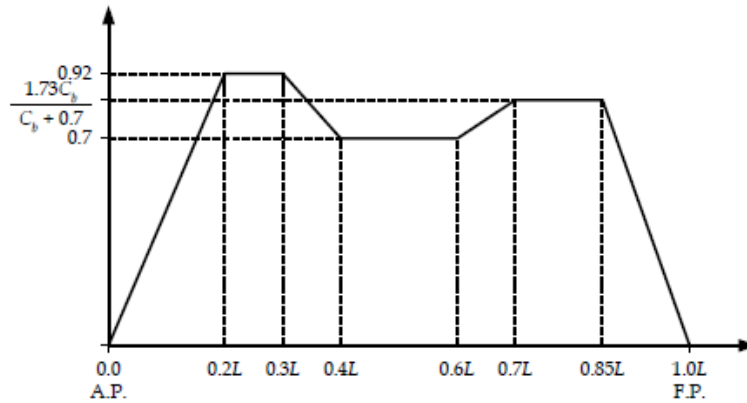


$$f_{qvv-pos}$$

= factor de distribución a lo largo de la eslora, según la siguiente figura.

$$f_{qvv-neg}$$

= factor de distribución a lo largo de la eslora, según la siguiente figura.



$$C_{wv} = 10,75 - \left( \frac{300 - L}{100} \right)^{\frac{3}{2}} . \text{ Para buques de esloras entre 150 y 300 m.}$$

$$L = 192,45 \text{ m.}$$

$$B = 32,2 \text{ m}$$

$$Cb = \frac{\Delta}{\rho * L * B * T} = 0,86$$

A continuación se muestran los valores de esfuerzos cortantes obtenidos con las fórmulas anteriores, para cada una de las secciones del buque. Y la gráfica que lo representa.

ESFUERZOS CORTANTES EN OLAS (t)					
Sección	X	f qvv-pos	f qvv-neg	Cortante +	Cortante -
st 1	0	0,000	0,000	0,000	0,000
st 2	4,84	0,110	-0,115	314,668	-330,459
st 3	9,68	0,219	-0,230	629,336	-660,918
st 4	14,52	0,329	-0,345	944,004	-991,377
st 5	19,36	0,438	-0,460	1258,672	-1321,837
st 6	29,04	0,657	-0,690	1888,008	-1982,755
st 7	38,72	0,876	-0,920	2517,344	-2643,673
st 8	48,4	0,876	-0,920	2517,344	-2643,673
st 9	58,08	0,876	-0,920	2517,344	-2643,673
st 10	67,76	0,788	-0,810	2264,417	-2327,582
st 11	77,44	0,700	-0,196	2011,490	-561,985
st 12	96,8	0,700	-0,448	2011,490	-1286,738

st 13	116,16	0,700	-0,700	2011,490	-2011,490
st 14	125,84	0,850	-0,826	2442,524	-2373,867
st 15	135,52	1,000	-0,952	2873,558	-2736,243
st 16	145,2	1,000	-0,952	2873,558	-2736,243
st 17	154,88	1,000	-0,952	2873,558	-2736,243
st 18	164,56	1,001	-0,953	2874,994	-2737,611
st 19	174,24	0,667	-0,635	1916,663	-1825,074
st 20	179,08	0,500	-0,476	1437,497	-1368,806
st 21	183,92	0,334	-0,318	958,331	-912,537
st 22	188,76	0,167	-0,159	479,166	-456,269
st 23	193,6	0,000	0,000	0,000	0,000



### 7.5.3. Esfuerzos cortantes totales.

Sumando la envolvente de máximas fuerzas cortantes en aguas tranquilas y en olas, obtenemos la envolvente total de fuerzas cortantes máximas, tanto negativas como positivas, a lo largo de la eslora del buque.

X	Cortante A.T. +	Cortante A.T. -	Cortante Olas +	Cortante Olas -	Cort. Total +	Cort. Total -
0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
4,84	1603	556	314,668	-330,459	1917,668	225,541
9,68	2116	416	629,336	-660,918	2745,336	-244,918
14,52	2179	16	944,004	-991,377	3123,004	-975,377
19,36	2368	-367	1258,672	-1321,837	3626,672	-1688,837
29,04	2194	-1706	1888,008	-1982,755	4082,008	-3688,755
38,72	2772	-2130	2517,344	-2643,673	5289,344	-4773,673
48,4	2127	-1757	2517,344	-2643,673	4644,344	-4400,673
58,08	1389	-1531	2517,344	-2643,673	3906,344	-4174,673
67,76	749	-1259	2264,417	-2327,582	3013,417	-3586,582
77,44	153	-1013	2011,490	-561,985	2164,490	-1574,985
96,8	-250	-777	2011,490	-1286,738	1761,490	-2063,738
116,16	708	-1443	2011,490	-2011,490	2719,490	-3454,490
125,84	1167	-1684	2442,524	-2373,867	3609,524	-4057,867
135,52	1628	-1825	2873,558	-2736,243	4501,558	-4561,243
145,2	1602	-1923	2873,558	-2736,243	4475,558	-4659,243
154,88	1440	-1950	2873,558	-2736,243	4313,558	-4686,243
164,56	1164	-1762	2874,994	-2737,611	4038,994	-4499,611
174,24	772	-1061	1916,663	-1825,074	2688,663	-2886,074
179,08	777	-586	1437,497	-1368,806	2214,497	-1954,806
183,92	823	-258	958,331	-912,537	1781,331	-1170,537
188,76	259	-265	479,166	-456,269	738,166	-721,269
193,6	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000




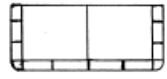
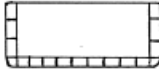
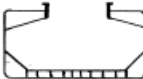
#### 7.5.4. Comprobación esfuerzos cortantes.

A partir de la siguiente ecuación dada por el DNV, podemos saber cuál es la máxima fuerza cortante que puede resistir la cuaderna maestra del buque.

$$t = \frac{|\Phi(Q_s + Q_w) \pm 0,5\Delta Q_s|}{\tau} * \frac{S_N}{I_N} * 10^2$$

Siendo:

- $\Phi$  = factor de distribución, según la tabla D1

Table D1 Shear force distribution factor	
	$\Phi_S = 0.109 + 0.0911 \frac{A_S}{A_L}$ $\Phi_L = 0.391 - 0.0911 \frac{A_S}{A_L}$
	$\Phi_S = 0.338 + 0.0167 \frac{A_S}{A_C}$ $\Phi_C = 0.324 - 0.0334 \frac{A_S}{A_C}$
	$\Phi_S = 0.5$
	$\Phi_S = 0.5$

- $A_S = 1,044 \text{ m}^2$ . Área costado
- $A_L = 0,299 \text{ m}^2$ . Área mamparo

$$\Phi_S = 0,338 + 0,0167 * \frac{A_S}{A_C} = 0,396$$

$$\Phi_C = 0,324 + 0,0334 * \frac{A_S}{A_C} = 0,207$$

- $Q_s + Q_w$  = fuerzas cortantes en aguas tranquilas y producidas por olas

- $\Delta Q_s = 0$ , *corrección de la fuerza cortante debido a la cortante producida por llevar elementos longitudinales en el fondo y de distribución de carga transversal desigual.*  
  
 $\Delta Q_s = 0$ , cuando  $Q_s = k_{sq} * Q_{so}$
- $\tau = 110 * f_1$ , *siempre que la resistencia al pandeo no requiera un esfuerzo permisible más pequeño.*
- $I_N$  = *inercia de la cuaderna maestra respecto al eje neutro.*
- $t$  = *es el espesor de la chapa considerada (mm).*
- $S_N$  = *momento del área con respecto al eje neutro del área de la cuaderna maestra por encima del eje neutro.*

A continuación se muestra el cálculo del momento del área de los elementos de nuestra cuaderna por encima del eje neutro.

	Área (m <sup>2</sup> )	Distancia desde la LB al cdg del elemento (m)	Distancia desde el E.N. al cdg del elemento (m)	Momento (m <sup>3</sup> )
Chapa costado 3B	0,036	8,000	0,532	0,019
Chapa costado 4B	0,036	10,400	2,932	0,106
Chapa costado 5B	0,036	12,800	5,332	0,192
Chapa costado 6B	0,036	15,200	7,732	0,278
Chapa costado 7B	0,045	17,900	10,432	0,469
Chapa costado 3E	0,036	8,000	0,532	0,019
Chapa costado 4E	0,036	10,400	2,932	0,106
Chapa costado 5E	0,036	12,800	5,332	0,192
Chapa costado 6E	0,036	15,200	7,732	0,278
Chapa costado 7E	0,045	17,900	10,432	0,469
Chapa costado 3B	0,031	7,500	0,032	0,001
Chapa costado 4B	0,031	9,700	2,232	0,069
Chapa costado 5B	0,031	11,900	4,432	0,136
Chapa costado 6B	0,031	14,100	6,632	0,204
Chapa costado 7B	0,038	16,550	9,082	0,343
Chapa costado 3E	0,031	7,500	0,032	0,001
Chapa costado 4E	0,031	9,700	2,232	0,069



Chapa costado 5E	0,031	11,900	4,432	0,136
Chapa costado 6E	0,031	14,100	6,632	0,204
Chapa costado 7E	0,038	16,550	9,082	0,343
Longitudinales CE7	0,005	8,007	0,539	0,003
Longitudinales CE8	0,005	9,507	2,039	0,010
Longitudinales CE9	0,005	10,257	2,789	0,013
Longitudinales CE10	0,005	11,007	3,539	0,017
Longitudinales CE11	0,005	11,757	4,289	0,020
Longitudinales CE12	0,005	12,507	5,039	0,024
Longitudinales CE13	0,005	13,257	5,789	0,028
Longitudinales CE14	0,005	14,757	7,289	0,035
Longitudinales CE15	0,005	15,507	8,039	0,038
Longitudinales CE16	0,005	16,257	8,789	0,042
Longitudinales CE17	0,005	17,007	9,539	0,045
Longitudinales CE18	0,005	17,757	10,289	0,049
Longitudinales CE19	0,005	18,507	11,039	0,053
Longitudinales CE26	0,005	8,007	0,539	0,003
Longitudinales CE27	0,005	9,507	2,039	0,010
Longitudinales CE28	0,005	10,257	2,789	0,013
Longitudinales CE29	0,005	11,007	3,539	0,017
Longitudinales CE30	0,005	11,757	4,289	0,020
Longitudinales CE31	0,005	12,507	5,039	0,024
Longitudinales CE32	0,005	13,257	5,789	0,028
Longitudinales CE33	0,005	14,757	7,289	0,035
Longitudinales CE34	0,005	15,507	8,039	0,038
Longitudinales CE35	0,005	16,257	8,789	0,042
Longitudinales CE36	0,005	17,007	9,539	0,045
Longitudinales CE37	0,005	17,757	10,289	0,049
Longitudinales CE38	0,005	18,507	11,039	0,053
Longitudinales CI6	0,005	8,211	0,743	0,004
Longitudinales CI7	0,005	8,961	1,493	0,007
Longitudinales CI8	0,005	9,711	2,243	0,011
Longitudinales CI9	0,005	10,461	2,993	0,014
Longitudinales CI10	0,005	11,211	3,743	0,018
Longitudinales CI11	0,005	11,961	4,493	0,021
Longitudinales CI12	0,005	12,711	5,243	0,025
Longitudinales CI13	0,005	13,461	5,993	0,029
Longitudinales CI14	0,005	14,211	6,743	0,032
Longitudinales CI15	0,005	14,961	7,493	0,036
Longitudinales CI16	0,005	15,711	8,243	0,039
Longitudinales CI17	0,005	16,461	8,993	0,043
Longitudinales CI18	0,005	17,211	9,743	0,046

Longitudinales CI24	0,005	8,211	0,743	0,004
Longitudinales CI25	0,005	8,961	1,493	0,007
Longitudinales CI26	0,005	9,711	2,243	0,011
Longitudinales CI27	0,005	10,461	2,993	0,014
Longitudinales CI28	0,005	11,211	3,743	0,018
Longitudinales CI29	0,005	11,961	4,493	0,021
Longitudinales CI30	0,005	12,711	5,243	0,025
Longitudinales CI31	0,005	13,461	5,993	0,029
Longitudinales CI32	0,005	14,211	6,743	0,032
Longitudinales CI33	0,005	14,961	7,493	0,036
Longitudinales CI34	0,005	15,711	8,243	0,039
Longitudinales CI35	0,005	16,461	8,993	0,043
Longitudinales CI36	0,005	17,211	9,743	0,046
Mamparo Crujía	0,156	10,700	3,232	0,504
Longitudinales M8	0,005	8,007	0,539	0,003
Longitudinales M9	0,005	8,757	1,289	0,006
Longitudinales M10	0,005	9,507	2,039	0,010
Longitudinales M11	0,005	10,257	2,789	0,013
Longitudinales M12	0,005	11,007	3,539	0,017
Longitudinales M13	0,005	11,757	4,289	0,020
Longitudinales M14	0,005	12,507	5,039	0,024
Longitudinales M15	0,005	13,257	5,789	0,028
Longitudinales M16	0,005	14,007	6,539	0,031
Longitudinales M17	0,005	14,757	7,289	0,035
Longitudinales M18	0,005	15,507	8,039	0,038
Longitudinales M19	0,005	16,257	8,789	0,042
Longitudinales M20	0,005	17,007	9,539	0,045
Longitudinales M21	0,005	17,757	10,289	0,049
Longitudinales M22	0,005	18,507	11,039	0,053
Longitudinales M30	0,005	8,007	0,539	0,003
Longitudinales M31	0,005	8,757	1,289	0,006
Longitudinales M32	0,005	9,507	2,039	0,010
Longitudinales M33	0,005	10,257	2,789	0,013
Longitudinales M34	0,005	11,007	3,539	0,017
Longitudinales M35	0,005	11,757	4,289	0,020
Longitudinales M36	0,005	12,507	5,039	0,024
Longitudinales M37	0,005	13,257	5,789	0,028
Longitudinales M38	0,005	14,007	6,539	0,031
Longitudinales M39	0,005	14,757	7,289	0,035
Longitudinales M40	0,005	15,507	8,039	0,038
Longitudinales M41	0,005	16,257	8,789	0,042
Longitudinales M42	0,005	17,007	9,539	0,045

Longitudinales M43	0,005	17,757	10,289	0,049
Longitudinales M44	0,005	18,507	11,039	0,053
Palmejar 2B	0,024	8,750	1,282	0,031
Palmejar 3B	0,024	14,000	6,532	0,157
Palmejar 2E	0,024	8,750	1,282	0,031
Palmejar 3E	0,024	14,000	6,532	0,157
Chapa de cubierta 1B	0,030	19,407	0,580	0,000
Chapa de cubierta 2B	0,030	19,407	0,580	0,000
Chapa de cubierta 3B	0,030	19,407	0,580	0,000
Chapa de cubierta 4B	0,030	19,407	0,580	0,000
Chapa de cubierta 5B	0,030	19,407	0,580	0,000
Chapa de cubierta 6B	0,030	19,407	0,580	0,000
Chapa de cubierta 7B	0,030	19,407	0,580	0,000
Chapa de cubierta 1E	0,030	19,407	0,580	0,000
Chapa de cubierta 2E	0,030	19,407	0,580	0,000
Chapa de cubierta 3E	0,030	19,407	0,580	0,000
Chapa de cubierta 4E	0,030	19,407	0,580	0,000
Chapa de cubierta 5E	0,030	19,407	0,580	0,000
Chapa de cubierta 6E	0,030	19,407	0,580	0,000
Chapa de cubierta 7E	0,030	19,407	0,580	0,000
Longitudinales CB1	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB2	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB3	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB4	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB5	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB6	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB7	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB8	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB9	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB10	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB11	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB12	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB13	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB14	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB15	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB16	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB17	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB18	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB19	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB20	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB21	0,004	19,187	11,718	0,052

Longitudinales CB22	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB23	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB24	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB25	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB26	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB27	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB28	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB29	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB30	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB31	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB32	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB33	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB34	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB35	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB36	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB37	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB38	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB39	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB40	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB41	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB42	0,004	19,187	11,718	0,052
Longitudinales CB41	0,004	19,187	11,718	0,085
Longitudinales CB42	0,004	19,187	11,718	0,085
TOTAL	-	-	-	9,088

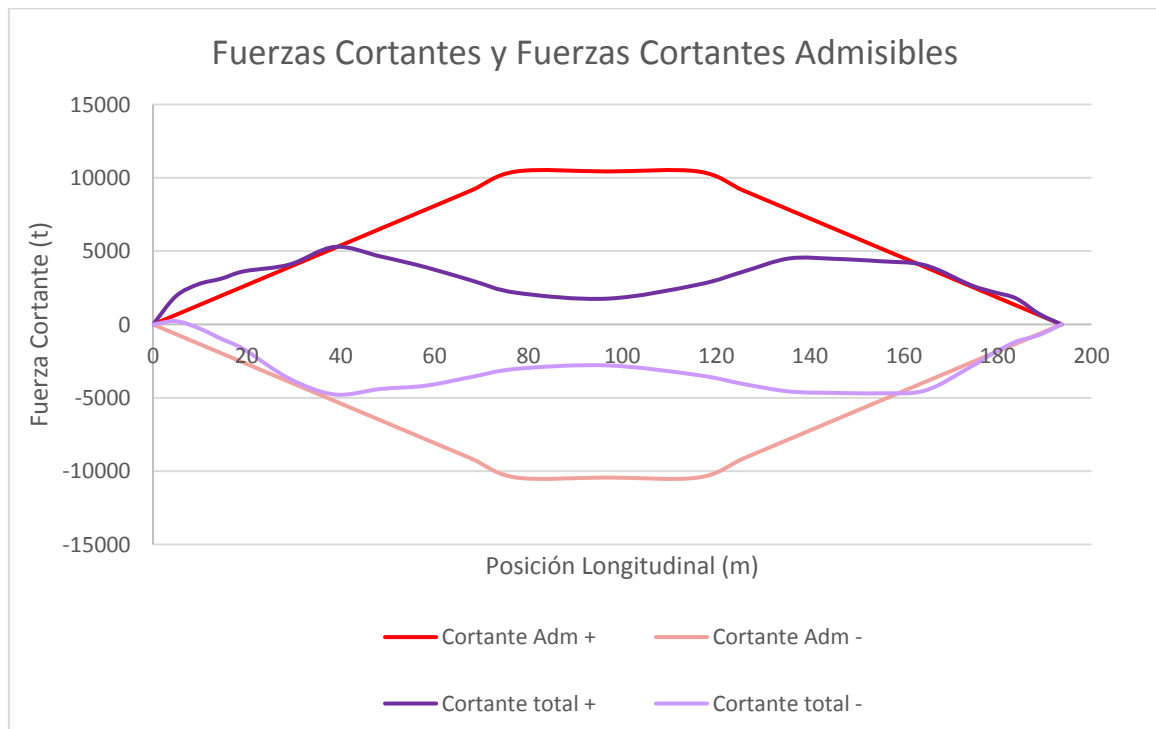
Por tanto el momento total del área encima del eje neutro es la suma de todos los elementos, 9,088 m<sup>3</sup>.

Realizando los cálculos tenemos que:

	ESPESOR	$\phi$	FUERZA CORTANTE
Costado	15	0,396	10435,512
Mamparo Long.	13	0,207	17286,236

A la vista de los resultados, la tensión límite la marca el costado, con el menor valor de fuerza cortante. Este será nuestro valor de fuerza cortante admisible. Para obtener la fuerza cortante total, haremos igual que se ha hecho para los momentos flectores, sumando las fuerzas cortantes de olas y aguas tranquilas, tanto para arrufo como para quebranto. A continuación se muestra la tabla con los resultados:

X	$\sigma$	F. Cortante Adm +	F. Cortante Adm -	F. Cortante +	F. Cortante -
0	110,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,84	110,00	652,22	-652,22	1917,85	225,54
9,68	110,00	1304,44	-1304,44	2745,70	-244,92
14,52	110,00	1956,66	-1956,66	3123,54	-975,38
19,36	110,00	2608,88	-2608,88	3627,39	-1688,84
29,04	110,00	3913,32	-3913,32	4083,09	-3688,75
38,72	110,00	5217,76	-5217,76	5290,78	-4773,67
48,4	110,00	6522,19	-6522,19	4645,78	-4400,67
58,08	110,00	7826,63	-7826,63	3907,78	-4174,67
67,76	110,00	9131,07	-9131,07	3014,14	-3586,58
77,44	110,00	10435,51	-10435,51	2164,49	-3024,49
96,8	110,00	10435,51	-10435,51	1761,49	-2788,49
116,16	110,00	10435,51	-10435,51	2719,49	-3454,49
125,84	110,00	9131,07	-9131,07	3609,52	-4060,03
135,52	110,00	7826,63	-7826,63	4501,56	-4565,56
145,2	110,00	6522,19	-6522,19	4475,56	-4663,56
154,88	110,00	5217,76	-5217,76	4313,56	-4690,56
164,56	110,00	3913,32	-3913,32	4037,56	-4502,56
174,24	110,00	2608,88	-2608,88	2687,71	-2888,04
179,08	110,00	1956,66	-1956,66	2213,78	-1956,28
183,92	110,00	1304,44	-1304,44	1780,85	-1171,52
188,76	110,00	652,22	-652,22	737,93	-721,76
193,6	110,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Gráficamente se observa que la curva de máximas fuerzas cortantes está en algunos puntos por encima de las fuerzas cortantes admisibles. Por lo que la estructura no aguantaría.

## 8. CONCLUSIONES.

Como se puede observar en esta última parte del cuaderno, los momentos flectores reales y las fuerzas cortantes reales del buque proyecto no cumplen con los máximos admisibles por la Sociedad de Clasificación, el Det Norske Veritas.

La solución a este problema sería:

- Aumentar los escantillones de cubierta (refuerzos principalmente) consiguiendo así un mayor módulo por incremento de material y por elevación del eje neutro.
- Sustituir el acero de resistencia normal por acero de alta resistencia y por lo tanto, aumentando el valor de los momentos máximos admisibles.

Además de esto, habría que tener en cuenta, que el cálculo de las presiones no ha sido realizado de una forma exhaustiva, por lo que habría que reconsiderar los valores obtenidos.

## 9. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] RULES FOR CLASSIFICATION OF SHIPS. *Part 3. Hull Structural Design, Ships with Length 100 metres and above*, Det Norske Veritas, July 2013.
- [2] RULES FOR CLASSIFICATION OF SHIPS. *Part 8. Common Structural Rules for Double Hull Oil Tankers with Length 150 metres and above*, Det Norske Veritas, July 2013.
- [3] Norma UNE-EN 10067:1996.

# **ANEXO I**

## **PLANO CUADERNA MAESTRA**





# **ANEXO II**

## **Cálculos Módulo e Inercia**

	Espesor m <sup>3</sup>	Manga m	Área m <sup>2</sup>	Y <sub>G</sub> m	Momento m <sup>3</sup>	MomxY <sub>G</sub> m <sup>4</sup>	Steiner m <sup>4</sup>
Chapa Fondo 1B	0,018	2,200	0,040	0,009	0,000	1,07E-06	2,203
Chapa Fondo 2B	0,018	2,200	0,040	0,009	0,000	1,07E-06	2,203
Chapa Fondo 3B	0,018	2,200	0,040	0,009	0,000	1,07E-06	2,203
Chapa Fondo 4B	0,018	2,200	0,040	0,009	0,000	1,07E-06	2,203
Chapa Fondo 5B	0,018	2,200	0,040	0,009	0,000	1,07E-06	2,203
Chapa Fondo 6B	0,018	2,200	0,040	0,009	0,000	1,07E-06	2,203
Chapa Fondo 1E	0,018	2,200	0,040	0,009	0,000	1,07E-06	2,203
Chapa Fondo 2E	0,018	2,200	0,040	0,009	0,000	1,07E-06	2,203
Chapa Fondo 3E	0,018	2,200	0,040	0,009	0,000	1,07E-06	2,203
Chapa Fondo 4E	0,018	2,200	0,040	0,009	0,000	1,07E-06	2,203
Chapa Fondo 5E	0,018	2,200	0,040	0,009	0,000	1,07E-06	2,203
Chapa Fondo 6E	0,018	2,200	0,040	0,009	0,000	1,07E-06	2,203
Chapa DF 1B	0,018	2,100	0,038	2,009	0,076	1,02E-06	1,127
Chapa DF 2B	0,018	2,100	0,038	2,009	0,076	1,02E-06	1,127
Chapa DF 3B	0,018	2,100	0,038	2,009	0,076	1,02E-06	1,127
Chapa DF 4B	0,018	2,100	0,038	2,009	0,076	1,02E-06	1,127
Chapa DF 5B	0,018	2,100	0,038	2,009	0,076	1,02E-06	1,127
Chapa DF 6B	0,018	2,250	0,041	2,009	0,081	1,09E-06	1,207
Chapa DF 1E	0,018	2,100	0,038	2,009	0,076	1,02E-06	1,127
Chapa DF 2E	0,018	2,100	0,038	2,009	0,076	1,02E-06	1,127
Chapa DF 3E	0,018	2,100	0,038	2,009	0,076	1,02E-06	1,127
Chapa DF 4E	0,018	2,100	0,038	2,009	0,076	1,02E-06	1,127
Chapa DF 5E	0,018	2,100	0,038	2,009	0,076	1,02E-06	1,127
Chapa DF 6E	0,018	2,250	0,041	2,009	0,081	1,09E-06	1,207
Longitudinales F1	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F2	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F3	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F4	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F5	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F6	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F7	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F8	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F9	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F10	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F11	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F12	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F13	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F14	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F15	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F16	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F17	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F18	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F19	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444

Longitudinales F20	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F21	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F22	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F23	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F24	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F25	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F26	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F27	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F28	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F29	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales F30	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Longitudinales DF1	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF2	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF3	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF4	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF5	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF6	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF7	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF8	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF9	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF10	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF11	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF12	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF13	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF14	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF15	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF16	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF17	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF18	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF19	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF20	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF21	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF22	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF23	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF24	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF25	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF26	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF27	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF28	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF29	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF30	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF31	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Longitudinales DF32	0,430	0,020	0,009	1,737	0,015	2,12E-04	0,283
Vagras 1B	0,017	2,000	0,034	1,000	0,034	1,13E-02	1,434

Vagras 2B	0,017	2,000	0,034	1,000	0,034	1,13E-02	1,434
Vagras 3B	0,017	2,000	0,034	1,000	0,034	1,13E-02	1,434
Vagras 1E	0,017	2,000	0,034	1,000	0,034	1,13E-02	1,434
Vagras 2E	0,017	2,000	0,034	1,000	0,034	1,13E-02	1,434
Vagras 3E	0,017	2,000	0,034	1,000	0,034	1,13E-02	1,434
Chapa P1 FONDO	0,018	3,048	0,055	0,009	0,000	1,48E-06	3,053
Chapa P2 COSTADO	0,018	2,017	0,036	1,000	0,036	1,23E-02	1,531
Chapa P3 FONDO	0,018	3,048	0,055	0,009	0,000	1,48E-06	3,053
Chapa P4 COSTADO	0,018	2,017	0,036	1,000	0,036	1,23E-02	1,531
Long PANTOQUE 1B	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Long PANTOQUE 2B	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Long PANTOQUE 3B	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Long PANTOQUE 1E	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Long PANTOQUE 2E	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Long PANTOQUE 3E	0,430	0,020	0,009	0,281	0,002	2,12E-04	0,444
Quilla vertical	0,016	2,000	0,032	1,000	0,032	1,07E-02	1,349
Chapa de quilla	0,019	1,800	0,034	0,010	0,000	1,03E-06	1,903
Chapa costado 1B	0,015	2,400	0,036	3,200	0,115	1,73E-02	0,673
Chapa costado 2B	0,015	2,400	0,036	5,600	0,202	1,73E-02	0,143
Chapa costado 3B	0,015	2,400	0,036	8,000	0,288	1,73E-02	0,027
Chapa costado 4B	0,015	2,400	0,036	10,400	0,374	1,73E-02	0,327
Chapa costado 5B	0,015	2,400	0,036	12,800	0,461	1,73E-02	1,041
Chapa costado 6B	0,015	2,400	0,036	15,200	0,547	1,73E-02	2,169
Chapa costado 7B	0,015	3,000	0,045	17,900	0,806	3,38E-02	4,931
Chapa costado 1E	0,015	2,400	0,036	3,200	0,115	1,73E-02	0,673
Chapa costado 2E	0,015	2,400	0,036	5,600	0,202	1,73E-02	0,143
Chapa costado 3E	0,015	2,400	0,036	8,000	0,288	1,73E-02	0,027
Chapa costado 4E	0,015	2,400	0,036	10,400	0,374	1,73E-02	0,327
Chapa costado 5E	0,015	2,400	0,036	12,800	0,461	1,73E-02	1,041
Chapa costado 6E	0,015	2,400	0,036	15,200	0,547	1,73E-02	2,169
Chapa costado 7E	0,015	3,000	0,045	17,900	0,806	3,38E-02	4,931
Chapa costado 1B	0,014	2,200	0,031	3,100	0,095	1,24E-02	0,600
Chapa costado 2B	0,014	2,200	0,031	5,300	0,163	1,24E-02	0,157
Chapa costado 3B	0,014	2,200	0,031	7,500	0,231	1,24E-02	0,012
Chapa costado 4B	0,014	2,200	0,031	9,700	0,299	1,24E-02	0,166
Chapa costado 5B	0,014	2,200	0,031	11,900	0,367	1,24E-02	0,617
Chapa costado 6B	0,014	2,200	0,031	14,100	0,434	1,24E-02	1,367
Chapa costado 7B	0,014	2,700	0,038	16,550	0,626	2,30E-02	3,141
Chapa costado 1E	0,014	2,200	0,031	3,100	0,095	1,24E-02	0,600
Chapa costado 2E	0,014	2,200	0,031	5,300	0,163	1,24E-02	0,157
Chapa costado 3E	0,014	2,200	0,031	7,500	0,231	1,24E-02	0,012
Chapa costado 4E	0,014	2,200	0,031	9,700	0,299	1,24E-02	0,166
Chapa costado 5E	0,014	2,200	0,031	11,900	0,367	1,24E-02	0,617
Chapa costado 6E	0,014	2,200	0,031	14,100	0,434	1,24E-02	1,367

Chapa costado 7E	0,014	2,700	0,038	16,550	0,626	2,30E-02	3,141
Longitudinales CE1	0,340	0,014	0,005	2,757	0,013	7,54E-05	0,106
Longitudinales CE2	0,340	0,014	0,005	4,257	0,020	7,54E-05	0,049
Longitudinales CE3	0,340	0,014	0,005	5,007	0,024	7,54E-05	0,029
Longitudinales CE4	0,340	0,014	0,005	5,757	0,027	7,54E-05	0,014
Longitudinales CE5	0,340	0,014	0,005	6,507	0,031	7,54E-05	0,004
Longitudinales CE6	0,340	0,014	0,005	7,257	0,035	7,54E-05	0,000
Longitudinales CE7	0,340	0,014	0,005	8,007	0,038	7,54E-05	0,001
Longitudinales CE8	0,340	0,014	0,005	9,507	0,045	7,54E-05	0,020
Longitudinales CE9	0,340	0,014	0,005	10,257	0,049	7,54E-05	0,037
Longitudinales CE10	0,340	0,014	0,005	11,007	0,052	7,54E-05	0,060
Longitudinales CE11	0,340	0,014	0,005	11,757	0,056	7,54E-05	0,088
Longitudinales CE12	0,340	0,014	0,005	12,507	0,060	7,54E-05	0,121
Longitudinales CE13	0,340	0,014	0,005	13,257	0,063	7,54E-05	0,160
Longitudinales CE14	0,340	0,014	0,005	14,757	0,070	7,54E-05	0,253
Longitudinales CE15	0,340	0,014	0,005	15,507	0,074	7,54E-05	0,308
Longitudinales CE16	0,340	0,014	0,005	16,257	0,077	7,54E-05	0,368
Longitudinales CE17	0,340	0,014	0,005	17,007	0,081	7,54E-05	0,433
Longitudinales CE18	0,340	0,014	0,005	17,757	0,085	7,54E-05	0,106
Longitudinales CE19	0,340	0,014	0,005	18,507	0,088	7,54E-05	0,049
Longitudinales CE20	0,340	0,014	0,005	2,757	0,013	7,54E-05	0,106
Longitudinales CE21	0,340	0,014	0,005	4,257	0,020	7,54E-05	0,049
Longitudinales CE22	0,340	0,014	0,005	5,007	0,024	7,54E-05	0,029
Longitudinales CE23	0,340	0,014	0,005	5,757	0,027	7,54E-05	0,014
Longitudinales CE24	0,340	0,014	0,005	6,507	0,031	7,54E-05	0,004
Longitudinales CE25	0,340	0,014	0,005	7,257	0,035	7,54E-05	0,000
Longitudinales CE26	0,340	0,014	0,005	8,007	0,038	7,54E-05	0,001
Longitudinales CE27	0,340	0,014	0,005	9,507	0,045	7,54E-05	0,020
Longitudinales CE28	0,340	0,014	0,005	10,257	0,049	7,54E-05	0,037
Longitudinales CE29	0,340	0,014	0,005	11,007	0,052	7,54E-05	0,060
Longitudinales CE30	0,340	0,014	0,005	11,757	0,056	7,54E-05	0,088
Longitudinales CE31	0,340	0,014	0,005	12,507	0,060	7,54E-05	0,121
Longitudinales CE32	0,340	0,014	0,005	13,257	0,063	7,54E-05	0,160
Longitudinales CE33	0,340	0,014	0,005	14,757	0,070	7,54E-05	0,253
Longitudinales CE34	0,340	0,014	0,005	15,507	0,074	7,54E-05	0,308
Longitudinales CE35	0,340	0,014	0,005	16,257	0,077	7,54E-05	0,368
Longitudinales CE36	0,340	0,014	0,005	17,007	0,081	7,54E-05	0,433
Longitudinales CE37	0,340	0,014	0,005	17,757	0,085	7,54E-05	0,504
Longitudinales CE38	0,340	0,014	0,005	18,507	0,088	7,54E-05	0,580
Longitudinales CE1	0,340	0,014	0,005	4,257	0,020	7,54E-05	0,049
Longitudinales CE2	0,340	0,014	0,005	5,007	0,024	7,54E-05	0,029
Longitudinales CE3	0,340	0,014	0,005	5,757	0,027	7,54E-05	0,014
Longitudinales CE4	0,340	0,014	0,005	6,507	0,031	7,54E-05	0,004
Longitudinales CI5	0,340	0,014	0,005	7,461	0,036	7,54E-05	0,000

Longitudinales CI6	0,340	0,014	0,005	8,211	0,039	7,54E-05	0,003
Longitudinales CI7	0,340	0,014	0,005	9,711	0,046	7,54E-05	0,024
Longitudinales CI8	0,340	0,014	0,005	10,461	0,050	7,54E-05	0,043
Longitudinales CI9	0,340	0,014	0,005	11,211	0,053	7,54E-05	0,067
Longitudinales CI10	0,340	0,014	0,005	11,961	0,057	7,54E-05	0,096
Longitudinales CI11	0,340	0,014	0,005	12,711	0,061	7,54E-05	0,131
Longitudinales CI12	0,340	0,014	0,005	13,461	0,064	7,54E-05	0,171
Longitudinales CI13	0,340	0,014	0,005	14,961	0,071	7,54E-05	0,267
Longitudinales CI14	0,340	0,014	0,005	15,711	0,075	7,54E-05	0,323
Longitudinales CI15	0,340	0,014	0,005	16,461	0,078	7,54E-05	0,385
Longitudinales CI16	0,340	0,014	0,005	17,211	0,082	7,54E-05	0,452
Longitudinales CI17	0,340	0,014	0,005	17,961	0,085	7,54E-05	0,524
Longitudinales CI18	0,340	0,014	0,005	18,711	0,089	7,54E-05	0,602
Longitudinales CI19	0,340	0,014	0,005	4,257	0,020	7,54E-05	0,049
Longitudinales CI20	0,340	0,014	0,005	5,007	0,024	7,54E-05	0,029
Longitudinales CI21	0,340	0,014	0,005	5,757	0,027	7,54E-05	0,014
Longitudinales CI22	0,340	0,014	0,005	6,507	0,031	7,54E-05	0,004
Longitudinales CI23	0,340	0,014	0,005	7,461	0,036	7,54E-05	0,000
Longitudinales CI24	0,340	0,014	0,005	8,211	0,039	7,54E-05	0,003
Longitudinales CI25	0,340	0,014	0,005	9,711	0,046	7,54E-05	0,024
Longitudinales CI26	0,340	0,014	0,005	10,461	0,050	7,54E-05	0,043
Longitudinales CI27	0,340	0,014	0,005	11,211	0,053	7,54E-05	0,067
Longitudinales CI28	0,340	0,014	0,005	11,961	0,057	7,54E-05	0,096
Longitudinales CI29	0,340	0,014	0,005	12,711	0,061	7,54E-05	0,131
Longitudinales CI30	0,340	0,014	0,005	13,461	0,064	7,54E-05	0,171
Longitudinales CI31	0,340	0,014	0,005	14,961	0,071	7,54E-05	0,267
Longitudinales CI32	0,340	0,014	0,005	15,711	0,075	7,54E-05	0,323
Longitudinales CI33	0,340	0,014	0,005	16,461	0,078	7,54E-05	0,385
Longitudinales CI34	0,340	0,014	0,005	17,211	0,082	7,54E-05	0,452
Longitudinales CI35	0,340	0,014	0,005	17,961	0,085	7,54E-05	0,524
Longitudinales CI36	0,340	0,014	0,005	18,711	0,089	7,54E-05	0,602
Mamparo Crujía	0,014	17,400	0,244	10,700	2,607	6,15E+00	8,690
Longitudinales M1	0,340	0,014	0,005	2,757	0,013	7,54E-05	0,106
Longitudinales M2	0,340	0,014	0,005	3,507	0,017	7,54E-05	0,075
Longitudinales M3	0,340	0,014	0,005	4,257	0,020	7,54E-05	0,049
Longitudinales M4	0,340	0,014	0,005	5,007	0,024	7,54E-05	0,029
Longitudinales M5	0,340	0,014	0,005	5,757	0,027	7,54E-05	0,014
Longitudinales M6	0,340	0,014	0,005	6,507	0,031	7,54E-05	0,004
Longitudinales M7	0,340	0,014	0,005	7,257	0,035	7,54E-05	0,000
Longitudinales M8	0,340	0,014	0,005	8,007	0,038	7,54E-05	0,001
Longitudinales M9	0,340	0,014	0,005	8,757	0,042	7,54E-05	0,008
Longitudinales M10	0,340	0,014	0,005	9,507	0,045	7,54E-05	0,020
Longitudinales M11	0,340	0,014	0,005	10,257	0,049	7,54E-05	0,037
Longitudinales M12	0,340	0,014	0,005	11,007	0,052	7,54E-05	0,060

Longitudinales M13	0,340	0,014	0,005	11,757	0,056	7,54E-05	0,088
Longitudinales M14	0,340	0,014	0,005	12,507	0,060	7,54E-05	0,121
Longitudinales M15	0,340	0,014	0,005	13,257	0,063	7,54E-05	0,160
Longitudinales M16	0,340	0,014	0,005	14,007	0,067	7,54E-05	0,204
Longitudinales M17	0,340	0,014	0,005	14,757	0,070	7,54E-05	0,253
Longitudinales M18	0,340	0,014	0,005	15,507	0,074	7,54E-05	0,308
Longitudinales M19	0,340	0,014	0,005	16,257	0,077	7,54E-05	0,368
Longitudinales M20	0,340	0,014	0,005	17,007	0,081	7,54E-05	0,433
Longitudinales M21	0,340	0,014	0,005	17,757	0,085	7,54E-05	0,504
Longitudinales M22	0,340	0,014	0,005	18,507	0,088	7,54E-05	0,580
Longitudinales M23	0,340	0,014	0,005	2,757	0,013	7,54E-05	0,106
Longitudinales M24	0,340	0,014	0,005	3,507	0,017	7,54E-05	0,075
Longitudinales M25	0,340	0,014	0,005	4,257	0,020	7,54E-05	0,049
Longitudinales M26	0,340	0,014	0,005	5,007	0,024	7,54E-05	0,029
Longitudinales M27	0,340	0,014	0,005	5,757	0,027	7,54E-05	0,014
Longitudinales M28	0,340	0,014	0,005	6,507	0,031	7,54E-05	0,004
Longitudinales M29	0,340	0,014	0,005	7,257	0,035	7,54E-05	0,000
Longitudinales M30	0,340	0,014	0,005	8,007	0,038	7,54E-05	0,001
Longitudinales M31	0,340	0,014	0,005	8,757	0,042	7,54E-05	0,008
Longitudinales M32	0,340	0,014	0,005	9,507	0,045	7,54E-05	0,020
Longitudinales M33	0,340	0,014	0,005	10,257	0,049	7,54E-05	0,037
Longitudinales M34	0,340	0,014	0,005	11,007	0,052	7,54E-05	0,060
Longitudinales M35	0,340	0,014	0,005	11,757	0,056	7,54E-05	0,088
Longitudinales M36	0,340	0,014	0,005	12,507	0,060	7,54E-05	0,121
Longitudinales M37	0,340	0,014	0,005	13,257	0,063	7,54E-05	0,160
Longitudinales M38	0,340	0,014	0,005	14,007	0,067	7,54E-05	0,204
Longitudinales M39	0,340	0,014	0,005	14,757	0,070	7,54E-05	0,253
Longitudinales M40	0,340	0,014	0,005	15,507	0,074	7,54E-05	0,308
Longitudinales M41	0,340	0,014	0,005	16,257	0,077	7,54E-05	0,368
Longitudinales M42	0,340	0,014	0,005	17,007	0,081	7,54E-05	0,433
Longitudinales M43	0,340	0,014	0,005	17,757	0,085	7,54E-05	0,504
Longitudinales M44	0,340	0,014	0,005	18,507	0,088	7,54E-05	0,580
Palmejar 1B	0,012	2,000	0,024	3,500	0,084	2,88E-07	0,378
Palmejar 2B	0,012	2,000	0,024	8,750	0,210	2,88E-07	0,039
Palmejar 3B	0,012	2,000	0,024	14,000	0,336	2,88E-07	1,024
Palmejar 1E	0,012	2,000	0,024	3,500	0,084	2,88E-07	0,378
Palmejar 2E	0,012	2,000	0,024	8,750	0,210	2,88E-07	0,039
Palmejar 3E	0,012	2,000	0,024	14,000	0,336	2,88E-07	1,024
Chapa de cubierta 1B	0,013	2,300	0,030	19,407	0,580	4,21E-07	4,261
Chapa de cubierta 2B	0,013	2,300	0,030	19,407	0,580	4,21E-07	4,261
Chapa de cubierta 3B	0,013	2,300	0,030	19,407	0,580	4,21E-07	4,261
Chapa de cubierta 4B	0,013	2,300	0,030	19,407	0,580	4,21E-07	4,261
Chapa de cubierta 5B	0,013	2,300	0,030	19,407	0,580	4,21E-07	4,261
Chapa de cubierta 6B	0,013	2,300	0,030	19,407	0,580	4,21E-07	4,261

Chapa de cubierta 7B	0,013	2,300	0,030	19,407	0,580	4,21E-07	4,261
Chapa de cubierta 1E	0,013	2,300	0,030	19,407	0,580	4,21E-07	4,261
Chapa de cubierta 2E	0,013	2,300	0,030	19,407	0,580	4,21E-07	4,261
Chapa de cubierta 3E	0,013	2,300	0,030	19,407	0,580	4,21E-07	4,261
Chapa de cubierta 4E	0,013	2,300	0,030	19,407	0,580	4,21E-07	4,261
Chapa de cubierta 5E	0,013	2,300	0,030	19,407	0,580	4,21E-07	4,261
Chapa de cubierta 6E	0,013	2,300	0,030	19,407	0,580	4,21E-07	4,261
Chapa de cubierta 7E	0,013	2,300	0,030	19,407	0,580	4,21E-07	4,261
Longitudinales CB1	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB2	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB3	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB4	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB5	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB6	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB7	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB8	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB9	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB10	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB11	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB12	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB13	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB14	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB15	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB16	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB17	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB18	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB19	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB20	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB21	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB22	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB23	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB24	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB25	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB26	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB27	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB28	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB29	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB30	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB31	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB32	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB33	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB34	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB35	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB36	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607



Longitudinales CB37	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB38	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB39	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB40	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB41	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607
Longitudinales CB42	0,340	0,013	0,004	19,187	0,085	7,15E-05	0,607

# **ANEXO III**

## **Tablas de perfiles**

Julio 1997

### TÍTULO

**Llantas con bulbo laminadas en caliente**

**Medidas y tolerancias de forma, dimensiones y masa**

*Hot rolled bulb flats. Dimensions and tolerances on shape, dimensions and mass.*

*Plats à boudin laminés à chaud. Dimensions et tolérances sur la forme, les dimensions et la masse.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 10067 de octubre 1996.

### OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE 36-548 de mayo 1980.

### ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 36 *Siderurgia* cuya Secretaría desempeña CALIDAD SIDERÚRGICA, S.R.L.

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 25734:1997

©AENOR 1997  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR**

C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Teléfono (91) 432 60 00  
Fax (91) 310 40 32

11 Páginas

**Grupo 10**

**ÍNDICE**

	<b>Página</b>
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>5</b>
<b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>2 NORMAS PARA CONSULTA</b> .....	<b>6</b>
<b>3 DEFINICIONES</b> .....	<b>6</b>
<b>4 DESIGNACIONES</b> .....	<b>6</b>
<b>5 DIMENSIONES</b> .....	<b>6</b>
<b>6 TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y DE FORMA</b> .....	<b>6</b>
<b>7 TOLERANCIAS DE MASA</b> .....	<b>7</b>

### ANTECEDENTES

Esta Norma Europea ha sido elaborada por el Comité Técnico ECISS/TC 11 *Perfiles estructurales*, cuya Secretaría está desempeñada por BSI.

Esta Norma Europea deberá alcanzar el rango de norma nacional, bien por publicación de un texto idéntico, bien por ratificación, antes de abril de 1997, y las normas nacionales técnicamente divergentes deberán anularse antes de abril de 1997.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, los siguientes países están obligados a adoptar esta Norma Europea: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia y Suiza.

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Europea especifica los requisitos relativos a las dimensiones nominales y a las tolerancias de forma, dimensiones y masa de las llantas con bulbo laminadas en caliente. Estos requisitos no son aplicables a las llantas con bulbo laminadas de acero inoxidable.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

Esta Norma Europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares adecuados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las publicaciones citadas con fecha, sólo se aplican a esta Norma Europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa publicación.

EN 10079 – *Definición de los productos de acero.*

## 3 DEFINICIONES

Para el objeto de esta Norma Europea son de aplicación las definiciones recogidas en EN 10079.

## 4 DESIGNACIÓN

La designación de las llantas con bulbo laminadas en caliente debe comprender:

- 1 el término "llanta con bulbo";
- 2 el número de esta Norma Europea;
- 3 la anchura nominal  $b$  (en mm);
- 4 el espesor nominal  $t$  (en mm).

Ejemplo:

Llanta con bulbo EN 10067 -  $200 \times 10$ .

## 5 DIMENSIONES

Las llantas con bulbo laminadas en caliente conforme a esta Norma Europea deben ser suministradas con las dimensiones indicadas en la tabla 1 e ilustradas en la figura 1.

NOTA – Las características geométricas, los valores de la sección transversal y de la superficie lateral se deducen de las dimensiones nominales.

## 6 TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y DE FORMA

### 6.1 Anchura y espesor

Las tolerancias de anchura y espesor deben ser conformes a las indicaciones de la tabla 2.

La anchura se debe medir sobre la cota mayor de la llanta.

### 6.2 Tolerancia para el defecto de escuadría del canto

El ángulo ( $\theta$ ) formado por el canto y la vertical no debe exceder de  $4^\circ$  (véase figura 2).

### 6.3 Radio del chaflán

Los valores máximos del radio del chaflán  $r_1$  deben ser conformes a la tabla 3.

### 6.4 Longitud

Las llantas con bulbo laminadas en caliente deben ser suministradas en longitudes de hasta 18 m inclusive. Longitudes mayores de 18 m deben ser acordadas al hacer el pedido.

Las tolerancias de longitud deben ser  $\begin{matrix} +100 \\ -0 \end{matrix}$  mm.

Las tolerancias restringidas deben ser objeto de acuerdo especial en el momento de hacer el pedido.

### 6.5 Rectitud

La tolerancia de rectitud  $q$  debe ser de  $0,003 \pm 5 L$ . La dimensión  $q$  se debe medir como ilustra la figura 3, sobre toda la longitud  $L$ .

## 7 TOLERANCIAS DE MASA

Las tolerancias de masa deben ser:

$\begin{matrix} +6 \\ -2 \end{matrix}$  % de la masa total para suministros de 5 t o más;

$\begin{matrix} +8 \\ -2,7 \end{matrix}$  % de la masa total para suministros de menos de 5 t.

La desviación de la masa debe ser la diferencia entre la masa suministrada y la masa teórica.

La masa teórica se debe calcular a partir de los datos indicados en la tabla 1 y de la longitud pedida en metros.

NOTA – Las masas indicadas en la tabla 1 se deducen de las secciones transversales usando una densidad de  $7,85 \text{ kg/dm}^3$ .

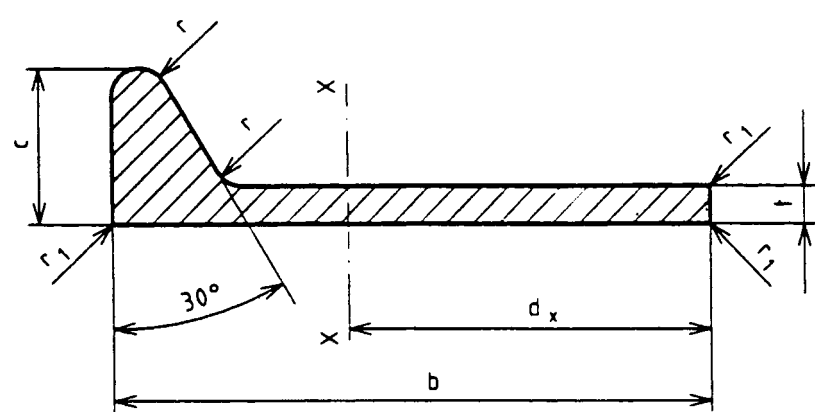


Fig. 1 – Forma de una llanta con bulbo

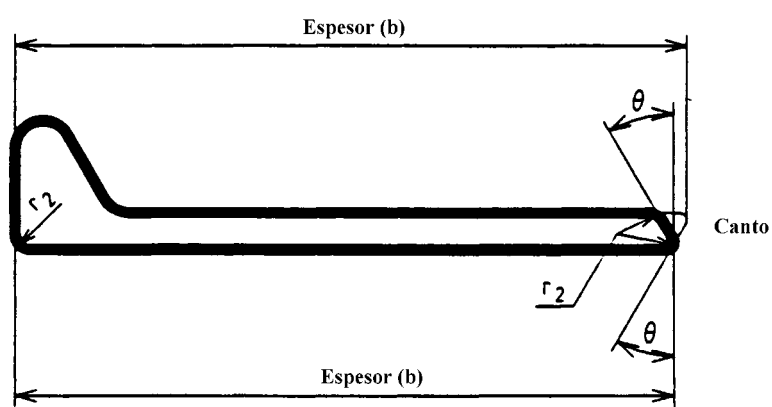


Fig. 2 – Tolerancia para la falta de escuadría del canto

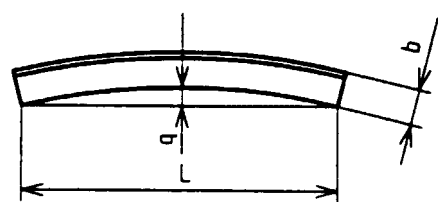


Fig. 3 – Tolerancia de rectitud



**Tabla 1**  
**Dimensiones, secciones transversales, masa por unidad de longitud, superficies laterales**  
**y características geométricas de las llantas con bulbo**

Dimensión nominal	Dimensiones para				Sección transversal	Masa/Ud, de longitud	Superficie lateral	Distancia al centro de gravedad	Características geométricas respecto al eje x-x	
	b (mm)	t (mm)	c (mm)	r (mm)	A cm <sup>2</sup>	G kg/m	U m <sup>2</sup> /m	d <sub>x</sub> cm	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup> momento de inercia	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup> módulo elástico
80 × 5 80 × 6	80	5 6	14	4	5,41 6,21	4,25 4,88	0,189 0,191	4,9 4,78	33,87 38,7	6,91 8,1
100 × 7 100 × 8	100	7 8	15,5	4,5	8,74 9,74	6,86 7,65	0,236 0,238	5,87 5,78	85,3 94,3	14,5 16,3
120 × 6 120 × 7 120 × 8	120	6 7 8	17	5	9,32 10,52 11,72	7,32 8,26 9,2	0,276 0,278 0,28	7,21 7,07 6,96	133 149 165	18,5 21 23,6
140 × 7 140 × 8 140 × 10	140	7 8 10	19	5,5	12,43 13,83 16,63	9,75 10,85 13,05	0,32 0,322 0,326	8,32 8,18 7,99	241 266 315	29 32,5 39,5
160 × 7 160 × 8 160 × 9 160 × 11	160	7 8 9 11	22	6	14,6 16,2 17,8 21	11,46 12,72 13,97 16,49	0,365 0,367 0,369 0,373	9,66 9,5 9,37 9,16	373 411 449 522	38,6 43,3 47,9 57
180 × 8 180 × 9 180 × 10 180 × 11	180	8 9 10 11	25	7	18,86 20,66 22,46 24,26	14,8 16,22 17,63 19,04	0,411 0,413 0,415 0,417	10,89 10,73 10,59 10,47	609 664 717 770	55,9 61,8 67,7 73,5
200 × 9 200 × 10 200 × 11 200 × 12	200	9 10 11 12	28	8	23,66 25,66 27,66 29,66	18,57 20,14 21,71 23,28	0,457 0,459 0,461 0,463	12,12 11,96 11,82 11,69	942 1 017 1 091 1 164	77,7 85,1 92,3 99,5
220 × 10 220 × 11 220 × 12	220	10 11 12	31	9	29 31,2 33,4	22,77 24,5 26,22	0,503 0,506 0,507	13,35 13,19 13,04	1 396 1 496 1 595	105 114 122
240 × 10 240 × 11 240 × 12	240	10 11 12	34	10	32,49 34,89 37,29	25,5 27,39 29,27	0,547 0,549 0,551	14,77 14,58 14,42	1 865 1 997 2 127	126 137 148
260 × 10 260 × 11 260 × 12	260	10 11 12	37	11	36,11 38,71 41,31	28,35 30,39 32,43	0,591 0,593 0,596	16,22 16 15,81	2 434 2 605 2 774	150 163 175
280 × 11 280 × 12 280 × 13	280	11 12 13	40	12	42,68 45,48 48,28	33,5 35,7 37,9	0,637 0,639 0,641	17,44 17,23 17,04	3 333 3 647 3 757	191 206 221
300 × 11 300 × 12 300 × 13	300	11 12 13	43	13	43,78 49,79 52,79	36,7 39,09 41,44	0,681 0,683 0,685	18,9 18,7 18,45	4 192 4 459 4 722	222 239 256
320 × 12 320 × 13 320 × 14	320	12 13 14	46	14	54,25 57,45 60,85	42,6 45,09 47,6	0,728 0,73 0,732	20,12 19,89 19,68	5 525 5 849 6 168	275 294 313

(Continúa)

Tabla 1 (Fin)

Dimensión nominal	Dimensiones para				Sección transversal	Masa/Ud, de longitud	Superficie lateral	Distancia al centro de gravedad	Característica geométricas respecto al eje x-x	
	b (mm)	t (mm)	c (mm)	r (mm)	A cm <sup>2</sup>	G kg/m	U m <sup>2</sup> /m	d <sub>x</sub> cm	I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup> momento de inercia	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup> módulo elástico
340 × 12	340	12	49	15	58,84	46,2	0,772	21,69	6 757	313
340 × 13		13			62,24	48,86	0,774	21,34	7 152	335
340 × 14		14			65,54	51,5	0,776	21,1	7 540	357
370 × 13	370	13	53,5	16,5	69,7	54,7	0,84	23,54	9 469	402
370 × 14		14			73,4	57,6	0,842	23,29	9 980	429
370 × 15		15			77,1	60,5	0,844	23,06	10 483	456
400 × 14	400	14	58	18	81,48	63,96	0,908	25,49	12 924	507
400 × 15		15			85,48	67,1	0,91	25,24	13 573	538
400 × 16		16			89,49	70,2	0,912	25	14 211	568
430 × 14	430	14	62,5	19,5	89,7	70,6	0,975	27,7	16 460	594
430 × 15		15			94,19	73,9	0,976	27,46	17 249	629
430 × 17		17			102,79	80,7	0,98	26,95	18 853	700
430 × 19		19			111,39	87,4	0,984	26,53	20 413	770
430 × 20		20			115	90,8	0,986	26,3	21 180	804

**Tabla 2**  
**Tolerancias dimensionales**

Medidas en mm

Dimensiones				Tolerancias	
b		t		para b	para t
>	≤	≥	≤		
	120	5	8	± 1,5	+0,7 -0,3
120	180	7	11	± 2,0	+1,0 -0,3
180	300	9	13	± 3,0	+1,0 -0,4
300	430	12	20	± 4,0	+1,2 -0,4

**Tabla 3**  
**Valor máximo del radio del chaflán  $r_1$**

Medidas en mm

Espesor t		Radio del chaflán $r_1$ máx.
>	≤	
	5	1,5
5	9	2
9	13	3
13	20	4

---

## CUADERNO 9 –FRANCOBORDO Y ARQUEO

---



# Petrolero de Productos 55000 TPM

LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

Proyecto nº 14-102

TUTOR: RAÚL VILLA CARO

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1. RPA .....	3
2. Introducción. ....	4
3. Cálculo del francobordo. ....	4
3.1. Definiciones previas. ....	5
3.2. Francobordo tabular. ....	6
3.3. Corrección por coeficiente de bloque. ....	7
3.4. Corrección por puntal. ....	7
3.5. Corrección por superestructuras. ....	7
3.6. Corrección por arrufo.....	8
3.7. Francobordo de verano.....	11
3.8. Francobordo tropical.....	11
3.9. Francobordo de Invierno.....	11
3.10. Francobordo de Invierno (Atlántico Norte). ....	11
3.11. Francobordo de agua dulce.....	12
4. Altura mínima de proa. ....	13
5. Marca de francobordo. ....	15
6. Arqueo.....	16
6.1. Arqueo bruto.....	16
6.2. Arqueo neto. ....	17
7. Bibliografía. ....	19

## 1. RPA



### GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL

#### TRABAJO FIN DE GRADO

*CURSO 2.013-2014*

#### **PROYECTO NÚMERO 14-102**

**TIPO DE BUQUE:** PETROLERO DE PRODUCTOS

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DET NORSKE VERITAS. SOLAS. MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 55.000 T.P.M. Derivados del petróleo con densidad máxima 0,86 g/ml.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15 nudos en condiciones de servicio. 85 % MCR+ 15% de margen de mar. 9.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Bombas de carga y descarga en los tanques de carga. Calefacción en tanques de carga.

**PROPULSIÓN:** Motor diesel directamente acoplado

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 20 Personas en camarotes individuales.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, Setiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

## 2. INTRODUCCIÓN.

En este cuaderno se realizará el cálculo del francobordo mínimo reglamentario, que proporciona una medida de seguridad limitando el calado máximo del buque, así como la altura mínima en proa del buque.

También se calcula el arqueo, que es un indicador del tamaño del buque y se usa como base para determinar otras características del buque y para aplicar tarifas en puertos, canales, etc.

El cálculo del francobordo se realizará por medio del “Convenio Internacional de Líneas de Carga de 1966 y Protocolo de 1988”, referencia [2]. De igual manera, el cálculo del aqueo se realizará por medio del “Convenio Internacional sobre el Arqueo de Buques de 1969”, referencia [3].

DWT (t)	55000
$\Delta$ (t)	70413
LOA (m)	203
Lpp (m)	193,6
Lwl	198,4
B (m)	32,2
D (m)	19,4
T (m)	12,9
Cb	0,834
Vel (knots)	15
XG (m)	95,3
CM	0,989
CP	0,843
Cwl	0,905
Sup. Mojada(m <sup>2</sup> )	10011,2
BHP (kW)	10185
RPM	127

Tabla 2.1.- Resumen resultados

## 3. CÁLCULO DEL FRANCOBORDO.

Según la definición que aporta el “*Convenio Internacional de Líneas de Carga de 1966 y Protocolo de 1988*”, referencia [2]:

El francobordo es, *la distancia vertical, medida en la sección media del buque, entre la línea de cubierta de francobordo y la línea de carga correspondiente. La cubierta de francobordo es la cubierta más alta de cierre y bajo la cual todas las aberturas están dotadas de cierres estancos.*

### 3.1. Definiciones previas.

Antes de realizar cualquier cálculo es necesario estimar una serie de variables genéricas que habrá que usar repetidamente a lo largo del reglamento. Estas variables se calculan a continuación:

- **Eslora:**

Se toma como Eslora (L) el 96% de la eslora total medida en una flotación situada a una distancia de la quilla igual al 85% del puntal mínimo de trazado, o la eslora medida desde la cara de proel de la roda hasta el eje de la mecha del timón en esa flotación, si esta fuera mayor.

Como se acaba de señalar, se define para un calado igual al 85% del puntal a la cubierta principal, el cual es igual a:

$$T = 85\% * D = 0,85 * 19,4 = 16,49 \approx 16,50 \text{ m}$$

Por lo que la eslora L, se mide en el plano, quedando definida como:

$$L = \max (0,96 L_{wl \text{ al calado } 85\% D}; \text{dist. desde mecha timón a la roda al}$$

$$\text{calado } 85\% D = \max (191,10; 194,27) = 194,30 \text{ m}$$

$$L = 194,30 \text{ m}$$

- **Manga:**

Es la manga máxima del buque, medida en el centro del mismo.

$$B = 32,20 \text{ m}$$

- **Puntal:**

El puntal de trazado es el correspondiente a la cubierta principal, 19,40 m



Y el puntal de francobordo es el puntal de trazado más el espesor de la chapa del trancanil (15 mm):

$$D = 19,40 + 0,015 = 19,415 \text{ m} = 19415 \text{ mm}$$

- **Coefficiente de bloque:**

Será el correspondiente a un calado igual al 85% del puntal de trazado, este dato podemos obtenerlo de Maxsurf:

$$Cb = 0,849$$

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	91983	t
2	Volume (displaced)	89739,318	m <sup>3</sup>
3	Draft Amidships	16,490	m
4	Immersed depth	16,490	m
5	WL Length	199,075	m
6	Beam max extents o	32,200	m
7	Wetted Area	11521,372	m <sup>2</sup>
8	Max sect. area	526,543	m <sup>2</sup>
9	Waterpl. Area	5939,856	m <sup>2</sup>
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,856	
11	Block coeff. (Cb)	0,849	
12	Max Sect. area coeff	0,992	
13	Waterpl. area coeff.	0,927	

Figura 3.1.1.- Resultados Maxurf (Cb)

Dimensiones Francobordo	
Calado de Francobordo (T <sub>FB</sub> )	16,500 m
Eslora de francobordo (L <sub>FB</sub> )	194,300 m
Manga de francobordo (B <sub>FB</sub> )	32,200 m
Puntal de francobordo (D <sub>FB</sub> )	19,415 m
C. de bloque de francobordo (Cb <sub>FB</sub> )	0,849 m

Tabla 3.1.1.- Dimensiones francobordo

### 3.2. Francobordo tabular.

Se distinguen dos tipos de buques:

- Buques tipo A: el que transporta cargas líquidas a granel, donde los tanques sólo tienen pequeñas aberturas de acceso cerradas por tapas estancas dotadas de frisas. Este es el caso de este buque.
- Buques tipo B: los que no cumplen las características del tipo A.

De acuerdo a la regla 28, entrando en las tablas de buques tipo A con la eslora de 194,3 m salen 2555mm.

ESLORA L	Fb tabular
194	2552
194,3	<b>2555</b>
195	2562

Tabla 3.2.1.- Interpolación valores tabulados

Este valor del francobordo se verá afectado por una serie de correcciones que se determinarán a continuación.

### 3.3. Corrección por coeficiente de bloque.

Según la regla 30, cuando el coeficiente de bloque es mayor de 0.68, se multiplicará el coeficiente tabular por:

$$\frac{Cb + 0,68}{1,36} = \frac{0,849 + 0,68}{1,36} = 1,1243$$

En este caso nuestro coeficiente de bloque es mayor, por tanto la corrección por coeficiente de bloque es 1,1243.

$$C_1 = 1,1243$$

### 3.4. Corrección por puntal.

Según la regla 31, cuando D es mayor de L/15, se incrementará el francobordo en:

$$\left(D - \frac{L}{15}\right) * R = \left(19,415 - \frac{194,3}{15}\right) * 250 = 1615,4 \text{ mm}$$

$$C_2 = 1615,4 \text{ mm}$$

Siendo, R=250 para buques con eslora mayor a 120 m.

### 3.5. Corrección por superestructuras.

En las superestructuras, de acuerdo con la disposición general, tenemos las siguientes dimensiones reales:

	Longitud real
Castillo	19,8
Toldilla	0

Tabla 3.5.1.— Datos superestructuras

El castillo se extiende de banda a banda, por lo que la relación entre su anchura a la mitad de su longitud y la manga del buque a la mitad de la longitud de la superestructura es la unidad. Así pues, la longitud de la superestructura (S) será igual a la longitud efectiva de superestructura (E).

La longitud total de las superestructuras, en este caso la eslora del castillo es  $E=19,8$  m, es decir el 10,2% de L.

La reducción será, por tanto, el valor obtenido interpolando en la tabla que acompaña a la Regla 37.

E	0	0.1L	0.2L	0.3L	0.4L	0.5L	0.6L	0.7L	0.8L	0.9L	1L
%	0	7	14	21	31	41	52	63	75.3	87.7	100

Tabla 3.5.2.— Porcentaje de reducción.

Es decir:

- Se aplica una reducción de 1070 mm para buques con  $L > 122$  m.
- Para 10,2%L, el porcentaje de reducción es: 7,14%

Por tanto:

La corrección por superestructuras es de 76,398 mm

$$C_3 = 76,389 \text{ mm}$$

### 3.6. Corrección por arrufo.

En base al estudio de buques de referencia se ha optado por diseñar el buque proyecto sin arrufo, por darse la ausencia del mismo en los buques de referencia similares.

Atendiendo al reglamento se ha de calcular la curva de arrufo normal, según la Regla 38. Esto se hace de la siguiente manera:

CURVA DE ARRUFU NORMAL					
MITAD DE POPA			MITAD DE PROA		
Situación	Ordenada (mm)	Factor	Situación	Ordenada (mm)	Factor
Perpendicular de popa	$25 * (\frac{L_{FB}}{3} + 10)$	1	Centro del buque	0	1
1/6 desde la Per. De popa	$11,1 * (\frac{L_{FB}}{3} + 10)$	3	1/3 desde la Per. De popa	$5,6 * (\frac{L_{FB}}{3} + 10)$	3
1/3 desde la Per. De popa	$2,8 * (\frac{L_{FB}}{3} + 10)$	3	1/6 desde la Per. De popa	$22,2 * (\frac{L_{FB}}{3} + 10)$	3
Centro del buque	0	1	Perpendicular de popa	$50 * (\frac{L_{FB}}{3} + 10)$	1

CURVA DE ARRUFU NORMAL							
MITAD DE POPA				MITAD DE PROA			
Situación	Ordenada (mm)	Factor	Resultado	Situación	Ordenada (mm)	Factor	Resultado
Perpendicular de popa	1869,17	1	1869,17	Centro del buque	0	1	0
1/6 desde la Per. De popa	829,91	3	2489,73	1/3 desde la Per. De popa	418,69	3	1256,07
1/3 desde la Per. De popa	209,35	3	628,05	1/6 desde la Per. De popa	1659,82	3	4979,46
Centro del buque	0	1	0	Perpendicular de popa	3738,33	1	3738,33
	2908,43		4986,95		5816,84		9973,86

Tabla 3.6.1.- Tablas del cálculo de arrufo

Por tanto, tenemos:

- Arrufo normal en popa = 4986,95 mm.
- Arrufo normal en proa = 9973,86 mm.
- Arrufo total = 14960,81 mm.

La regla 38.9 pide calcular la diferencia entre las sumas de la curva normal y la real. Dicha diferencia se debe dividir por 8. El valor es el llamado defecto de arrufo. Se tiene un defecto de arrufo en proa de 519,63 mm y un defecto en popa de 259,82 mm.

El defecto de arrufo de la cubierta es la media aritmética de los de la proa y la popa, es decir; 389,73 mm.

De acuerdo con la regla 38 las correcciones por toldilla y castillo se tendrán que evaluar de la siguiente manera:

$$S_{PP} = \frac{y}{3} * \frac{L'}{L}$$

$$S_{PR} = \frac{y}{3} * \frac{L'}{L}$$

Donde “y” representa la diferencia entre las alturas real y la normal de las superestructuras en los extremos de la línea de arrufo.

$L'$ , representa la longitud media de la parte cerrada del castillo; y

$L'$ , representa la eslora de reglamento del buque.

En el caso del buque proyecto no disponemos de toldilla.

	Altura real (m)	Altura normal (m)	y (mm)
Castillo	3	2,3	700
Toldilla	0	0	0

CASTILLO			
Valor de $L'$	194,3	$S_{PR}=23,78$	$16*S_{PR}=380,32$
Valor de $L$	19,8		

ARRUFO NORMAL EN POPA	4986,95 mm
ARRUFO NORMAL EN PROA	9973,86 mm
$16*(S_{PP}+S_{PR})$	380,32 mm

La corrección por arrufo será:

$$C_4 = \left[ \frac{(Total\ arrufo - Defecto\ arrufo)}{16} \right] * \left\{ 0,75 - \left[ \frac{L_{castillo} + L_{toldilla}}{2 * L_{FB}} \right] \right\}$$

$$C_4 = \left[ \frac{(14960,81 - 380,32)}{16} \right] * \left\{ 0,75 - \left[ \frac{19,8 + 0}{2 * 194,30} \right] \right\} = 637,03\ mm = 637\ mm$$

### 3.7. Francobordo de verano.

El francobordo de verano es el resultado de la siguiente operación con los valores calculados en los anteriores puntos, según la Regla 40:

$$FB_{Verano} = (FB_{Tabular} * Correc_{Cb}) + Correc_D - Correc_{Sup.} + Correc_{Arrufo}$$

$$FB_{Verano} = (2555 * 1,1243) + 1615,4 - 76,389 + 637 = 5048,60 \text{ mm}$$

Francobordo tabular	2555 mm
Corrección por Cb	1,1243
Corrección por puntal	1615,4 mm
Corrección por superestructuras	76,389 mm
Corrección por arrufo	637 mm
<b>FRANCOBORDO DE VERANO</b>	<b>5048,60 mm</b>
<b>CALADO DE VERANO</b>	<b>19,4+0,015-5,0486 = 14,40 m</b>

Tabla 3.7.1.- Resultados francobordo

En el cuaderno 5, se hará una condición de carga a mayores, con el buque al calado de francobordo, para comprobar que cumplimos la estabilidad.

### 3.8. Francobordo tropical.

El francobordo tropical sale de la siguiente fórmula:

$$FB_{Tropical} = FB_{Verano} - \frac{T_{Verano}}{48} = 5048,60 - \frac{14400}{48} = 4748,60 \text{ mm}$$

### 3.9. Francobordo de Invierno.

El francobordo mínimo de invierno será el francobordo obtenido añadiendo al francobordo de verano 1/48 del calado de verano:

$$FB_{Invierno} = FB_{Verano} + \frac{T_{Verano}}{48} = 5048,60 + \frac{14400}{48} = 5348,60 \text{ mm}$$

### 3.10. Francobordo de Invierno (Atlántico Norte).

Para los buques con eslora mayor de 100 m, el francobordo de invierno en el Atlántico Norte, será el francobordo de invierno, 5348,60 mm.

### 3.11. Francobordo de agua dulce.

El francobordo de agua dulce sale de la siguiente fórmula:

$$FB_{\text{Agua Dulce}} = FB_{\text{Verano}} - \frac{\Delta}{4 * T}$$

Siendo:

$\Delta$ : El desplazamiento en agua salada en la flotación en carga de verano, 79357 t. Dato obtenido de Maxsurf

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	79357	t
2	Volume (displaced)	77421,291	m³
3	Draft Amidships	14,400	m
4	Immersed depth	14,400	m
5	WL Length	198,636	m
6	Beam max extents o	32,200	m
7	Wetted Area	10641,616	m²
8	Max sect. area	459,245	m²
9	Waterpl. Area	5849,071	m²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,849	
11	Block coeff. (Cb)	0,841	
12	Max Sect. area coeff	0,990	
13	Waterpl. area coeff.	0,914	
14	LCB length	2,281	from z
15	LCF length	-1,976	from z
16	LCB %	1,148	from z
17	LCF %	-0,995	from z
18	KB	7,465	m
19	KG fluid	0,000	m
20	BMT	6,003	m
21	BML	213,182	m
22	GMt corrected	13,468	m
23	GML	220,647	m
24	KMt	13,468	m
25	KML	220,647	m
26	Immersion (TPc)	59,953	tonne/c

Tabla 3.11.1.- Resultados Maxsurf (TPI)

$T$ : Las toneladas por centímetro de inmersión en agua salada en la flotación en carga de verano, que se obtiene también de Maxsurf:

$$T = 59,95 \frac{t}{cm}$$

$$FB_{\text{Agua Dulce}} = 5048,60 - \frac{79357}{4 * 59,95} = 4117,70 \text{ mm}$$

Francobordo de Verano	5048,6 mm
Francobordo tropical	4748,6 mm
Francobordo de Invierno	5348,6 mm
Francobordo de Invierno (Atlántico Norte)	5348,6 mm
Francobordo de agua dulce	4717,7 mm

Tabla 3.11.2.- Resumen de los distintos francobordos

#### 4. ALTURA MÍNIMA DE PROA.

La altura mínima en proa es la distancia vertical medida en la perpendicular de proa entre la flotación del francobordo de verano y el canto alto en el costado de la cubierta expuesta, y según la regla 39 la altura mínima en proa para buques de eslora menor a 250 m es:

$$Altura_{min} = \left( 6075 * \frac{L}{100} - 1875 * \left( \frac{L}{100} \right)^2 + 200 * \left( \frac{L}{100} \right)^3 \right) * \left( 2,08 + 0,609 * Cb - 1,603 * C_{wf} - 0,0129 * \frac{L}{d_1} \right) = 5938,70 \text{ mm}$$

$$Altura_{min} = 5938,70 \text{ mm}$$

Siendo:

*L: eslora de reglamento = 194,3 m*

*d<sub>1</sub>: calado al 85% del puntal = 16,49 m*

*Cb: coeficiente de bloque al 85%D = 0,849*

*C<sub>wf</sub>: coeficiente de flotación al 85% D, le corresponde el valor de 0,927*

Disponemos de castillo en proa de 3 m de altura. Su longitud mínima es de 0,07L=13,6 m, que es menor que la real 19,80 m.



Comprobación de la altura mínima:

Del cuaderno 5, se extrae que el máximo calado en la perpendicular de proa se daría en la segunda condición “Llegada a plena carga”. En esta condición el calado de dicha perpendicular es de 13,23 m. Pero como el buque está limitado por escantillonado a un calado de 13 m se tomará este como valor de máximo calado en proa.

Por tanto, tenemos que:

$$Altura_{real} = 19,40 + 3 - 13 = 9,4 \text{ m}$$

Cumplimos ampliamente con la altura de proa exigida:

$$Altura_{Mín} < Altura_{Real}$$

$$5,940 < 9,400$$

## 5. MARCA DE FRANCOBORDO.

La marca de francobordo es una marca esquemática que ha de llevar el buque pintada en su casco.

Está formada por un anillo de 300 mm de diámetro exterior y 25 mm de ancho, cortado por una línea horizontal de 450 mm de longitud y 25 mm de ancho, cuyo borde superior pasa por el centro del anillo.

El centro del anillo debe colocarse en el centro del buque y a una distancia igual al francobordo mínimo de verano asignado, medida verticalmente por debajo del borde superior de la línea de cubierta.

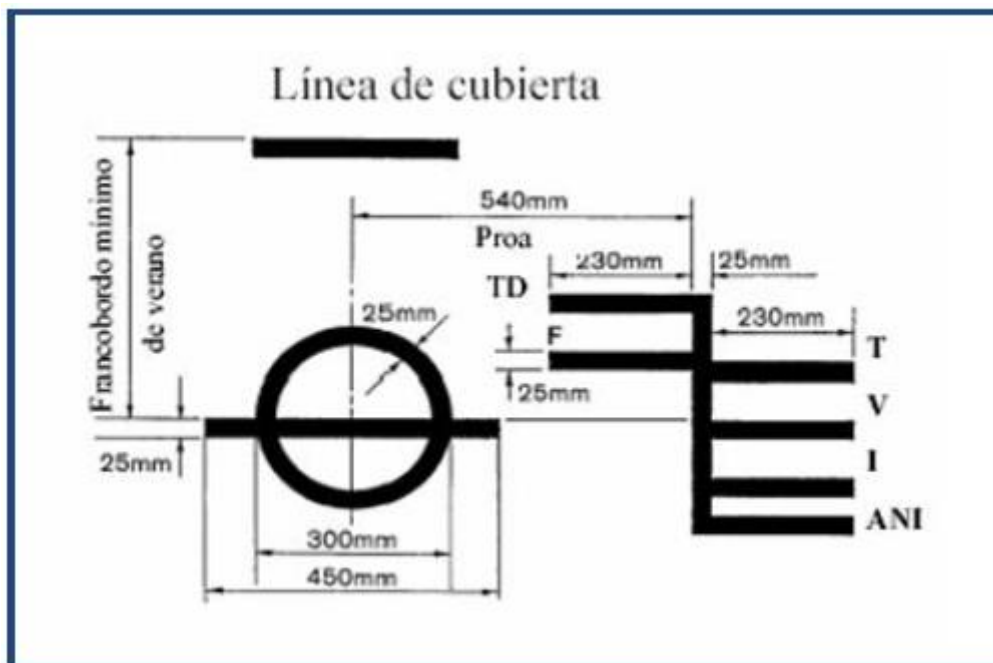


Figura 5.1.- Marcas de francobordo

## 6. ARQUEO.

Tanto el arqueo bruto como el arqueo neto se calculan según el Convenio Internacional sobre arqueo de buques de 1969, referencia [3].

Este Convenio define con precisión los términos aplicables al Cálculo del Arqueo, y excluye de su ámbito a los buques menores de 24 m de eslora y a los que navegan por aguas protegidas como los Grandes Lagos de América del Norte, Mar Caspio y Río de la Plata.

### 6.1. Arqueo bruto.

El arqueo bruto es la expresión del tamaño total de un buque y se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$GT = K_1 * V$$

Donde:

- $K_1: 0.2 + 0.02 \log_{10} V$
- $V$ : *volumen total de todos los espacios cerrados del buque.*

Para hacer un cálculo aproximado del volumen utilizamos las siguientes fórmulas:

- Volumen bajo cubierta.

Se obtiene directamente del programa Maxsurf, colocando como calado el puntal de francobordo, y obteniendo el volumen sumergido para dicho calado.

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	109943	t
2	Volume (displaced)	107261,341	m³
3	Draft Amidships	19,400	m
4	Immersed depth	19,400	m
5	WL Length	23,237	m
6	Beam max extents o	30,932	m
7	Wetted Area	12773,363	m²
8	Max sect. area	620,245	m²
9	Waterpl. Area	513,176	m²
10	Prismatic coeff. (Cp)	7,442	
11	Block coeff. (Cb)	7,692	
12	Max Sect. area coeff	1,034	
13	Waterpl. area coeff.	0,714	

$$V_{bajo\ cubierta} = 107261,34\ m^3$$

- Volumen del castillo de proa.

$$V_{castillo} = 656,34\ m^3$$

- Volumen de superestructuras y casetas.

Este término depende del tamaño del buque, del número de sus tripulantes y los alojamientos, pero podemos estimar su valor con la siguiente fórmula:

$$V_{Superestructuras} = (41 * L_{pp}) - 755 = (41 * 193,6) - 755 = 7182,6\ m^3$$

Por tanto, el volumen total de los espacios cerrados del buque es:

$$V_{Total} = 115100,3\ m^3$$

Por otro lado:

$$K_1 = 0,2 + 0,02 \log_{10} V = 0,2 + 0,02 \log_{10} 115100,3 = 0,301$$

Entonces, el valor del arqueo bruto es:

$$GT = K_1 * V = 0,301 * 115100,3 = 34645,20\ m^3$$

$$GT = 34645,20\ t\ de\ arqueo\ bruto$$

## 6.2. Arqueo neto.

El arqueo neto es la expresión de la capacidad utilizable de un buque, y se calcula según la expresión:

$$NT = K_2 * V_{Carga} * \left(\frac{4 * T}{3 * D}\right)^2 + K_3 * \left(N_1 + \frac{N_2}{10}\right)$$

Donde:

- $K_2 = 0,2 + 0,02 \log_{10} V = 0,301$
- $K_3 = 1,25 * \frac{GT+10000}{10000} = 5,58$
- $V_{Carga} = 67885\ m^3$ , volumen total de los espacios de carga

Tanque de carga	Capacidad (m <sup>3</sup> )
T. CARGA N°1 ER	4474,10
T. CARGA N°1 BR	4474,10
T. CARGA N°2 ER	5465,35
T. CARGA N°2 BR	5465,35
T. CARGA N°3 ER	5741,93
T. CARGA N°3 BR	5741,93
T. CARGA N°4 ER	5741,93
T. CARGA N°4 BR	5741,93
T. CARGA N°5 ER	5736,47
T. CARGA N°5 BR	5736,47
T. CARGA N°6 ER	5678,50
T. CARGA N°6 BR	5678,50
T. SLOP ER	1104,22
T. SLOP BR	1104,22
<b>TOTAL</b>	<b>67885</b>

- $N_1$  = es el n° de pasajeros en camarotes que no tengan mas de 8 literas.
- $N_2$  = es el n° de los demás pasajeros

Puesto que nuestro buque solo lleva tripulación, estos valores serán nulos.

Se tendrá en cuenta:

- $\left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot D}\right)^2$ , no se tomará superior a 1 ;  
 $0,98 < 1$  ; Cumple.
- $K_2 * V_{Total} * \left(\frac{4 \cdot T}{3 \cdot D}\right)^2$ , no se tomará inferior a 0,25 GT;  
 $20014,30 > 8661,3$  ; Cumple
- $NT$  no se tomará inferior a 0,30 GT;

Calculando el arqueo neto:

$$NT = 0,301 * 67885 * \left(\frac{4 * 14,40}{3 * 19,40}\right)^2 + 5,58 * \left(0 + \frac{0}{10}\right) = 20014,30 \text{ m}^3$$

Por último comprobamos que:

$$NT > 0.30 GT$$

$$20014,30 > 10393,60$$

*Cumple*

$$NT = 20014,30 \text{ t de arqueo neto}$$

Por lo tanto:

- $GT = 34645,20 \text{ t de arqueo bruto}$
- $NT = 20014,30 \text{ t de arqueo neto}$

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Ricardo Alvariño Castro, Juan José Azpíroz y Manuel Meizoso; “El proyecto básico del buque mercante”, Ed. Fondo Editorial de Ingeniería Naval; Pub 1997.
- [2] Convenio Internacional sobre Líneas de Carga de 1966 y Protocolo de 1988.
- [3] Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques, 1969.

---

## CUADERNO 13 –PRESUPUESTO

---



# Petrolero de Productos 55000 TPM

LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

Proyecto nº 14-102

TUTOR: RAÚL VILLA CARO

## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1. RPA .....	6
2. Introducción. ....	7
3. Coste de los materiales. ....	8
3.1. Casco. ....	8
3.1.1. Acero Laminado. ....	8
3.1.2. Resto de los Materiales del Casco.....	9
3.1.3. Timón y accesorios. ....	9
3.1.4. Materiales auxiliares de construcción del casco.....	9
3.1.5. Preparación de Superficies.....	10
3.1.6. Pintura y control de corrosión: .....	10
3.2. Equipo, Armamento e Instalaciones. ....	12
3.2.1. Equipos de Fondeo, Amarre y Remolque:.....	12
3.2.2. Medios de Salvamento:.....	13
3.2.3. Habilitación de alojamientos: .....	14
3.2.4. Equipos de Fonda y Hotel: .....	14
3.2.5 Equipos de Acondicionamiento en Alojamientos: .....	15
3.2.6. Equipo de Navegación y Comunicaciones:.....	16
3.2.7. Medios CI Convencionales: .....	17
3.2.8. Equipos Convencionales de Servicio de la Carga: .....	17
3.2.9. Instalación Eléctrica: .....	17
3.2.10. Tuberías:.....	18
3.2.11. Accesorios de Equipos, Armamento e Instalaciones: .....	18
3.3. Maquinaria Auxiliar de Cubierta. ....	19
3.3.1. Equipo de Gobierno. ....	19
3.3.2. Equipo de fondeo y amarre.....	19
3.4. Instalación Propulsora.....	20
3.4.1. Máquinas Propulsoras.....	20
3.4.2. Línea de Ejes.....	20
3.4.3. Hélice Propulsora. ....	21
3.5. Maquinaria Auxiliar de la Propulsión. ....	21
3.5.1. Grupos Electrógenos. ....	21
3.5.2. Equipo de Circulación, Refrigeración y Lubricación de la Planta Propulsora y Auxiliares. ....	21



3.5.3. Equipos Generadores de Vapor. ....	22
3.5.4. Equipos de Arranque de Motores. ....	22
3.5.5. Equipos de Manejo de Combustible. ....	22
3.5.6. Equipos de purificación. ....	23
3.5.7. Equipos de auxiliares de casco. ....	24
3.5.8. Equipos Sanitarios. ....	24
3.5.9. Varios. ....	25
3.6. Cargos y Respetos. ....	26
3.7. Instalaciones Especiales. ....	27
3.7.1. Equipos Especiales de Servicio de la Carga. ....	27
3.7.2. Equipos de Ventilación y Desgasificación Portátiles. ....	27
3.7.3. Instalaciones y Equipos de Automatización, Telecontrol y Alarma. ....	28
3.7.4. Sistemas de Estabilización y Auxiliares de Maniobra. ....	29
3.7.5. Instalaciones y Equipos Especiales Contra incendios. ....	29
3.8. Resumen de los costes de equipos, materiales y gastos directos. ....	30
4. Coste de la Mano de Obra. ....	32
4.1. Casco. ....	32
4.1.1 Acero Laminado. ....	32
4.1.2. Resto de los materiales del casco. ....	33
4.1.3. Timón y Accesorios. ....	33
4.1.4. Preparación de Superficies. ....	33
4.1.5. Pintura y Control de Corrosión. ....	33
4.2. Equipo, Armamento e Instalaciones. ....	34
4.2.1. Equipo de Fondeo, Amarre y Remolque ....	34
4.2.2. Medios de Salvamento. ....	34
4.2.3. Habilitación de Alojamientos ....	34
4.2.4. Equipos de Fonda y Hotel. ....	34
4.2.5. Equipos de acondicionamiento en Alojamientos. ....	34
4.2.6. Equipos de Navegación y Comunicaciones. ....	34
4.2.7. Medios CI. Convencionales. ....	34
4.2.8. Equipos Convencionales de Servicio de la Carga. ....	35
4.2.9. Instalación Eléctrica. ....	35
4.2.10. Tuberías. ....	35
4.2.11. Accesorios de Equipo, Armamento e Instalaciones. ....	35
4.3. Maquinaria Auxiliar de Cubierta. ....	36

4.3.1. Equipo de Gobierno. ....	36
4.3.2. Equipo de Fondeo y Amarre.....	36
4.4. Instalación Propulsora.....	36
4.4.1. Máquinas Propulsoras.....	36
4.4.2. Líneas de ejes. ....	36
4.4.3. Hélice Propulsora. ....	37
4.5. Maquinaria Auxiliar de la Propulsión. ....	37
4.5.1. Grupos electrógenos. ....	37
4.5.2. Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares. ....	38
4.5.3. Equipos generadores de vapor. ....	38
4.5.4. Equipos de arranque de motores.....	39
4.5.5. Equipos de manejo de combustible .....	39
4.5.6. Equipos de purificación. ....	39
4.5.7. Equipos Auxiliares del casco. ....	40
4.5.8. Equipos Sanitarios. ....	40
4.5.9. Varios. ....	40
4.6. Cargos, Pertrechos y Respetos.....	41
4.7. Instalaciones Especiales. ....	41
4.7.1. Equipos Especiales de Servicio de la Carga. ....	41
4.7.2. Equipos de Ventilación y Desgasificación Portátiles. ....	42
4.7.3. Instalaciones y Equipos de Automatización, Telecontrol y Alarma. ....	42
4.7.4. Sistemas de Estabilización y Auxiliares de Maniobra.....	42
4.7.5. Instalaciones y Equipos Especiales Contra incendios. ....	42
4.8. Resumen de los costes de mano de obra. ....	43
5. Gastos varios del astillero. ....	45
6. Desglose total del coste de construcción.....	46
6.1. Valoración total del buque.....	46
7. Valor del contrato y conclusiones finales. ....	47
8. Gastos del armador. Esquema de financiación.....	48
9. Análisis y estudio de viabilidad económica.....	49
9.1. Flete.....	49
9.2. Ruta. ....	50
9.3. Esquema de pagos. ....	51
9.4. Gastos operativos anuales .....	51
9.4.1. Valor actual del buque (VAB). ....	51

9.4.2. Valor contable del buque (VCB). .....	51
9.4.3. Gastos fijos directos. ....	51
9.4.4. Gastos variables directos .....	52
9.4.5. Resumen de los gastos operativos anuales .....	53
9.5. Cash Flow del proyecto. ....	55
10. Bibliografía. ....	58

## 1. RPA



### GRADO EN ARQUITECTURA NAVAL

#### TRABAJO FIN DE GRADO

*CURSO 2.013-2014*

#### **PROYECTO NÚMERO 14-102**

**TIPO DE BUQUE:** PETROLERO DE PRODUCTOS

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DET NORSKE VERITAS. SOLAS. MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 55.000 T.P.M. Derivados del petróleo con densidad máxima 0,86 g/ml.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15 nudos en condiciones de servicio. 85 % MCR+ 15% de margen de mar. 9.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Bombas de carga y descarga en los tanques de carga. Calefacción en tanques de carga.

**PROPULSIÓN:** Motor diésel directamente acoplado

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 20 Personas en camarotes individuales.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, Setiembre de 2.013

ALUMNO: D<sup>a</sup> LETICIA M<sup>a</sup> GUZMÁN GARCÍA

## 2. INTRODUCCIÓN.

En este cuaderno se intentará evaluar el presupuesto de servicios, materiales, equipos y mano de obra del buque proyecto así como un esquema de financiación del mismo. Es coste de construcción del buque se puede dividir en las siguientes categorías:

- Coste de los materiales.
- Coste de la mano de obra.
- Gastos varios del astillero y extras.

Para el cálculo de estas partidas se ha utilizado el libro de “Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de un buque” de Fernando Junco..

A continuación, se detallan las características del buque que serán utilizadas:

DWT (t)	55000
$\Delta$ (t)	68745
Lpp (m)	193,6
B (m)	32,2
D (m)	19,4
T (m)	12,9
Cb	0,834
Vel (knots)	15
BHP (kW)	10185
RPM	127
PR (t)	13400
KG (m)	11,6
XG (m)	92,3
CM	0,997
CP	0,833
Cwl	0,89
Fn	0,177
XB (% a proa sec. Media)	2,075

### **3. COSTE DE LOS MATERIALES.**

El coste de los materiales necesarios para la construcción del buque proyecto se puede dividir en los siguientes conceptos:

- Casco.
- Equipo, Armamento e Instalaciones.
- Maquinaria Auxiliar de Cubierta.
- Instalación Propulsora.
- Maquinaria Auxiliar de Propulsión.
- Cargos, Pertrechos y Respetos.
- Instalaciones Especiales.

A su vez, todos estos conceptos se dividen en subconceptos y diferentes partidas tal y como se muestra a continuación:

#### **3.1. Casco.**

##### **3.1.1. Acero Laminado.**

Para este caso las partidas a considerar serán las siguientes:

➤ Chapas y perfiles de acero:

El costo unitario del acero laminado de calidad A, con recargos por longitud y anchura, puede estimarse en 450€/t para chapas, en 480 €/t para perfiles.

Para aceros de alta resistencia habrá un recargo por calidad, que para aceros AH36 es de 66 €/t.

Para acero de casco puede suponerse, en primera aproximación, que el peso bruto es igual al neto multiplicado por un factor, del orden de 1,12 a 1,15, que tiene en cuenta recortes y excesos de peso de laminación.

En el Cuaderno 2 se ha calculado el peso del acero que tiene un valor de 10736,6 t.

$$\text{Coste por tonelada de acero} = 465 + 66 = 531 \frac{\text{€}}{t}$$

$$\text{Peso de acero bruto} = 10736,6 * 1,12 = 11408 t$$

$$P_{\text{chapas y perfiles}} = 531 * 11408$$

$$P_{\text{chapas y perfiles}} = \mathbf{6057648 \text{ €}}$$

### 3.1.2. Resto de los Materiales del Casco.

En este caso el coste de piezas fundidas y forjadas puede obtenerse mediante la siguiente fórmula:

$$C_{ff} = 4 * L * H$$

Siendo:

- $L = \text{eslora de escantillonado} = 192,45 m.$
- $H = \text{calado de escantillonado} = 13 m$

$$C_{ff} = \mathbf{10007,40 \text{ €.}}$$

### 3.1.3. Timón y accesorios.

Su costo total puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{\text{timón}} = 40 * L_{tim}^2 * H_{tim}$$

Las dimensiones del timón son las siguientes:

- $L_{tim} = 5,65 m.$
- $H_{tim} = 8,79 m.$

$$C_{\text{timón}} = \mathbf{11221,25 \text{ €}}$$

### 3.1.4. Materiales auxiliares de construcción del casco.

Se estima en 50€ por cada tonelada de acero estructural.

$$C_{\text{Materiales Auxiliares}} = 10736,6 * 50 = \mathbf{509,25 \text{ €}}$$

### 3.1.5. Preparación de Superficies.

El costo unitario es de 2 €/m<sup>2</sup> para imprimación y para el granallado de superficies externas 8 €/m<sup>2</sup> e internas 15 €/m<sup>2</sup>.

Para el cálculo de la superficie externa total se ha utilizado el software Maxsurf.

Se ha establecido un calado que abarque toda la superficie del casco, para que nos determine la superficie mojada que, para dicho calado será toda la superficie del casco, obteniéndose una superficie real de 12773,36 m<sup>2</sup>.

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	109943	t
2	Volume (displaced)	107261,341	m <sup>3</sup>
3	Draft Amidships	19,400	m
4	Immersed depth	19,400	m
5	WL Length	23,237	m
6	Beam max extents o	30,932	m
7	Wetted Area	12773,363	m <sup>2</sup>

La superficie externa comprenderá también las superestructuras (422 m<sup>2</sup>), y el timón (49,70 m<sup>2</sup>).

$$\text{Área de superficies externas} = 13254,10 \text{ m}^2$$

Las superficies internas se estiman en un 80% de las externas, tendremos para preparación de superficies lo siguiente:

$$\begin{aligned} C_{PS} &= 2 * (13254,10 + 10596,08) + 8 * 13254,10 + 15 * 10596,08 \\ &= \mathbf{352319,66 \text{ €}} \end{aligned}$$

### 3.1.6. Pintura y control de corrosión:

#### ➤ Pintura Exterior del Casco (Obra Viva):

Suponiendo que la obra viva se pinta con pintura autopulimentante, el coste por unidad de superficie y espesor es de 0,022 €/m<sup>2</sup>\*μ. Considerando un espesor de pintura de 350 μ, el coste de la pintura de la obra viva es:

$$C_{POV} = 10011,22 * 0,022 * 350 = \mathbf{77086,39 \text{ €}}$$



➤ Pintura Exterior del Casco (Obra Muerta):

Suponiendo que en la obra muerta se utiliza pintura convencional, el coste por unidad de superficie y espesor es de 0,012 €/m<sup>2</sup>\*μ. Considerando un espesor de pintura de 185 μ, el coste de la pintura de la obra muerta es:

$$C_{POM} = 2.762,18 * 0,012 * 185 = \mathbf{6132,04 \text{ €}}$$

➤ Pintura Interior del Casco.

Suponiendo que en la obra muerta se utiliza pintura convencional, el coste por unidad de superficie y espesor es de 0,012 €/m<sup>2</sup>\*μ. Considerando un espesor de pintura de 185 μ, el coste de la pintura de la obra muerta es:

$$C_{POM} = 10596,08 * 0,012 * 185 = \mathbf{23523,30 \text{ €}}$$

➤ Pintura de Tuberías.

Su coste se estima mediante la fórmula:

$$C_{pt} = 0,18 * (0,057 * BHP + 0,18 * L) * K$$

Siendo:

- $BHP = 10185/0,736 = 13.838,32 \text{ HP}$
- $K = 4,8 \text{ para pintura Zinc - Epoxy.}$

$$C_{PTU} = 0,18 * \left( 0,057 * \frac{9.600}{0,736} + 0,18 * 129,284 \right) * 2,4 = \mathbf{711,44 \text{ €}}$$

➤ Galvanizado y Cementado.

Se estima en un 7,5 % del pintado total:

$$C_{GAL} = 0,075 * (77086,39 + 6123,04 + 23523,30 + 711,44) = \mathbf{8058,99 \text{ €}}$$

➤ Protección Catódica.

Se calcula a partir de la superficie de la obra viva:

$$C_{PC} = 1,55 * 10011,22 = \mathbf{15517,39 \text{ €}}$$

El coste total de este subconcepto será la suma de todas las cantidades anteriores:

$$C_{\text{pintura y control de corrosión}} = \mathbf{131029,55 \text{ €}}$$

### 3.2. Equipo, Armamento e Instalaciones.

Se considerarán las siguientes partidas:

#### 3.2.1. Equipos de Fondeo, Amarre y Remolque:

➤ Anclas:

Su costo se estima mediante la fórmula siguiente:

$$C_{AN} = 2500 * n^{\circ} \text{ anclas} * \text{peso ancla (tn)} = 2500 * 3 * 7,8 = \mathbf{58500 \text{ €}}$$

➤ Cadenas, Cables y Estachas:

Su coste se estima con la expresión:

$$C_{CA} = 0,015 * K * d^2 * L_C$$

Donde:

- $K = 0,305$  para acero de calidad media.
- $d = \text{diámetro de cadena} = 78 \text{ mm.}$
- $LC = \text{longitud total de la cadena} = 530 \text{ m.}$

$$C_{CA} = 0,015 * 0,305 * 78^2 * 530 = \mathbf{147,521,79 \text{ €}}$$

### 3.2.2. Medios de Salvamento:

➤ Botes Salvavidas:

Su costo de cada bote salvavidas puede estimarse, en función de su tipo y capacidad, mediante la expresión:

$$C_{bo} = K_{bo} * n^{\circ} \text{ tripulantes}^{2/3}$$

Siendo

- $K_{bo} = 3000$  para botes cerrados con motor
- $n^{\circ} \text{ tripulantes} = 20$

$$C_{BO} = 3000 * 20^{2/3} = \mathbf{22104,19 \text{ €}}$$

➤ Bote de rescate:

Se estima en 6000 € cada bote. Se dispondrá de un bote.

➤ Balsas salvavidas:

El coste de cada balsa salvavidas puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{BA} = n^{\circ} \text{ botes} * K_{BA} * n^{\circ} \text{ personas en cada balsa}^{2/3}$$

Siendo  $K_{ba} = 1000$  para balsas salvavidas no arriables, 2 el número de botes y 10 el número de personas en cada bote:

$$C_{BA} = 2 * 1200 * 10^{2/3} = \mathbf{4.308,87 \text{ €}}$$

➤ Dispositivos de lanzamiento de botes cerrados:

El coste de cada pescante de bote salvavidas puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{pb} = K_{pb} * n^{\circ} \text{ tripulantes}^{2/3}$$

Siendo  $K_{pb} = 4000$  para botes cerrados.

$$C_{PB} = 4000 * 20^{2/3} = \mathbf{29472,25 \text{ €}}$$

- Varios ( Aros, Chalecos, Señales, Lanzacabos y elementos varios de salvamento):

Se coste puede estimarse con la fórmula:

$$C_V = 2500 + 30 * n^{\circ} \text{ tripulantes} = 2500 + 30 * 20 = \mathbf{3100 \text{ €}}$$

### 3.2.3. Habitación de alojamientos:

Su costo puede estimarse con la fórmula:

$$C_h = K_h * S_h$$

Donde:

- $K_h = 250 \text{ €/m}^2$  *coeficiente del nivel de calidad*
- $S_h = \text{superficie de la habitación} = 1900 \text{ m}^2$ .

$$C_h = 250 * 1900 = \mathbf{475000 \text{ €}}$$

### 3.2.4. Equipos de Fonda y Hotel:

- Cocina y Oficios:

El coste total puede estimarse mediante la fórmula

$$C_{CO} = K_{CO} * n^{\circ} \text{ tripulantes}$$

Siendo  $K_{CO} = 420$  para buques oceánicos en general.

$$C_{CO} = 420 * 20 = \mathbf{8400 \text{ €}}$$

- Gambuzas Frigoríficas:

El coste total puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{GF} = 1800 * V_{GF}^{2/3}$$

Siendo  $V_{GF}$  el volumen de la gambuza, igual a  $19,5 \text{ m}^3$ .

$$C_{GF} = 1800 * 19,5^{2/3} = \mathbf{23400 \text{ €}}$$

➤ Equipos de Lavandería y Varios:

El coste puede estimarse en 240 € por cada persona de la tripulación que pernocte a bordo.

$$C_{LV} = 240 * n^{\circ} \text{ tripulantes} = 240 * 20 = \mathbf{4800 \text{ €}}$$

### 3.2.5 Equipos de Acondicionamiento en Alojamientos:

➤ Equipos de acondicionamiento en alojamientos:

Para equipos de calefacción y aire acondicionado puede tomarse un coste unitario de 60 €/m<sup>3</sup> de espacio de habitación.

$$C_{Acond. \text{ Alojamientos}} = 60 * 1900 = \mathbf{114000 \text{ €}}$$

➤ Ventilación Mecánica:

Para sistemas de ventilación mecánica, independientes de los de aire acondicionado, el costo total puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{vm} = 1055 * n^{\circ} \text{ tripulantes}^{0,215} + 12 * S_h^{0,25}$$
$$C_{vm} = 1055 * 20^{0,215} + 12 * 1900 = \mathbf{2088,20 \text{ €}}$$

➤ Varios (Radiadores):

Su costo puede estimarse en 72 €/persona:

$$C_{Radiadores} = 72 * 20 = \mathbf{1440 \text{ €}}$$

### 3.2.6. Equipo de Navegación y Comunicaciones:

➤ Equipos de Navegación:

EQUIPO	COSTE MEDIO (€)
Compás magnético	1950
Compás giroscópico	27000
Piloto automático	6000
Radar de movimiento verdadero	51600
Radar de movimiento relativo	9900
Radiogoniómetro	4800
Receptor de cartas	4350
Corredora	5100
Sonda	3225
Sistema navegación por Satélite	5100
COSTE TOTAL	119025

➤ Equipos Auxiliares de Navegación:

Su coste puede estimarse en un 8% del anterior:

$$C_{\text{Auxiliares Navegación}} = 0,08 * 119025 = 9522 \text{ €}$$

➤ Comunicaciones Externas:

Su coste, incluyendo los de telegrafía, telefonía y, si existe, sistema de comunicación por satélite, puede variar entre 48000 y 120000 € dependiendo del nivel. Suponemos un coste de 90000 €

$$C_{\text{Comunicaciones Externas}} = 90000 \text{ €}$$

➤ Comunicaciones Internas

El coste de las comunicaciones internas, incluyendo altavoces, teléfonos autogenerados y teléfonos automáticos, puede variar entre 12000 y 36000 €, dependiendo del nivel.

$$C_{\text{Comunicaciones Internas}} = 25000 \text{ €}$$

### 3.2.7. Medios CI Convencionales:

El coste de medios contraincendios en Cámara de Máquinas, cuando no atienden también las necesidades de bodegas, puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C_{CI} = 8,4 * L_{cm} * B * D_m$$

Donde:

$$L_{cm} = 23,80 \text{ m. Eslora de la cámara de máquinas.}$$

$$D_m = 17,4 \text{ m. Altura de la cámara de máquinas.}$$

$$C_{CI} = 8,4 * 23,80 * 32,20 * 17,40 = \mathbf{112,011,18 \text{ €}}$$

### 3.2.8. Equipos Convencionales de Servicio de la Carga:

➤ Grúas de carga:

El coste de cada grúa puede estimarse mediante la ecuación:

$$C_{grua \text{ de carga}} = 2520 * SWL^{0,765} * Lg^{0,85}$$

Siendo:

$$SWL = 25 \text{ t. Carga de trabajo de la grúa.}$$

$$Lg = 22 \text{ m. Longitud de pluma de la grúa.}$$

$$C_{grua \text{ de carga}} = 2520 * 25^{0,765} * 22^{0,85} = \mathbf{409,151,29 \text{ €}}$$

### 3.2.9. Instalación Eléctrica:

Su coste puede estimarse mediante la ecuación:

$$C_{IE} = 480 * KW^{0,77}$$

Con una potencia total instalada de 4.500 kW:

$$C_{IE} = 480 * 4.500^{0,77} = \mathbf{312.043,31 \text{ €}}$$

### 3.2.10. Tuberías:

Se estima con la expresión:

$$C_t = 2.705 * (0,015 * L_{cm} * B * D_m + 0,18 * L) + K_t * BHP + 1,5 * (3 * L_{cm} * B * D_m + Q_b + 4 * S_h)$$

Siendo  $K_t$  un coeficiente según el tipo de combustible e igual a 8 para combustible pesado.

$$C_t = 2.705 * (0,015 * 23,80 * 32,20 * 17,40 + 0,18 * 192,45) + 8 * \frac{10185}{0,736} + 1,5 * (3 * 23,80 * 32,20 * 17,40 + 4 * 1900) = \mathbf{918697,91 \text{ €}}$$

### 3.2.11. Accesorios de Equipos, Armamento e Instalaciones:

#### ➤ Puertas metálicas, ventanas y portillos.

Su coste puede estimarse, en buques de carga mediante la fórmula:

$$C_{ppv} = 2705 * n^{\circ} \text{ tripulantes}^{0,48} = 2705 * 20^{0,48} = \mathbf{11393,62 \text{ €}}$$

#### ➤ Escaleras, Pasamanos y Candeleros:

Se estima con la expresión:

$$C_{espc} = 22,2 * L^{1,16} = 22,2 * 192,45^{1,16} = \mathbf{9912,01 \text{ €}}$$

#### ➤ Escotillas de acceso, Lumbreras y Registros:

Su coste puede estimarse con la ecuación:

$$C_{eslr} = 12,6 * L^{1,5} = 12,6 * 192,45^{1,5} = \mathbf{33639,34 \text{ €}}$$

#### ➤ Accesorios de Fondeo y Amarre:

$$C_{aafa} = e^{3,1} * 6 * (L * (B + D))^{0,815} \\ = e^{3,1} * 6 * (192,45 * (32,20 + 19,40))^{0,815} = \mathbf{240986,57 \text{ €}}$$



➤ Escalas reales, Planchas de Desembarco y Escalas de Práctico.

$$C_{erp} = 2.000 + 1.350 * (D - 0,03 * L) * N_{er} = \mathbf{57187,33 \text{ €}}$$

Siendo  $N_{er}$  el número de escalas reales, igual a 3.

➤ Toldos, Fundas y Accesorios de Estiba de Respetos:

$$\begin{aligned} C_{tf} &= 40 * (L * (B + D))^{0,68} = 40 * (192,45 * (32,20 + 19,40))^{0,68} \\ &= \mathbf{20892,86 \text{ €}} \end{aligned}$$

El coste total de este subconcepto será la suma de todas las cantidades anteriores:

$$C_{Equipo, Armamento e Instalaciones} = \mathbf{3269597,70 \text{ €}}$$

### 3.3. Maquinaria Auxiliar de Cubierta.

#### 3.3.1. Equipo de Gobierno.

➤ Servomotor

El coste del servomotor se estima con la expresión:

$$C_{sm} = 3700 * M^{2/3}$$

Siendo M el par del servo en tn\*m. Atendiendo al cálculo realizado en el Cuaderno 6, el par del servo será igual a 736,91 tn\*m.

$$C_{sm} = 3700 * 736,91^{2/3} = \mathbf{301864,02 \text{ €}}$$

#### 3.3.2. Equipo de fondeo y amarre.

➤ Molinete:

$$C_m = 300 * N_m * d^{1,3}$$

Siendo  $N_m$  el número de molinetes (2) y d el diámetro de la cadena, igual a 78 mm.

$$C_m = 300 * 2 * 78^{1,3} = \mathbf{172931,55 \text{ €}}$$

➤ Cabrestante:

$$C_{cb} = 2250 * T_{cb}^{1,6}$$

Siendo T<sub>CB</sub> el tiro del cabrestante, en toneladas.

$$C_{cb} = 2250 * 10^{1,6} = \mathbf{89.574,11 \text{ €}}$$

El coste total de este subconcepto será la suma de todas las cantidades anteriores:

$$C_{\text{Maquinaria auxiliar de cubierta}} = \mathbf{564369,69 \text{ €}}$$

### 3.4. Instalación Propulsora.

#### 3.4.1. Máquinas Propulsoras.

➤ Motor propulsor:

$$C_{mp} = 2710 * N_c^{0,75} * DIA^{0,9}$$

Donde:

- $N_c = 7$ . Número de cilindros
- $DIA = 480 \text{ mm}$ . Diámetro cilindros

$$C_{mp} = 2710 * 7^{0,75} * 480 = \mathbf{5598015,01 \text{ €}}$$

#### 3.4.2. Línea de Ejes.

➤ Acoplamiento y Embrague:

El coste de un acoplamiento elástico puede estimarse con la fórmula:

$$C_A = 1700 * \frac{BHP}{RPM} = 1700 * \frac{10185}{127 * 0,736} = \mathbf{185237,29 \text{ €}}$$

➤ Ejes y Chumaceras:

$$C_{EC} = 3,6 * BHP = 3,6 * \frac{10185}{0,736} = \mathbf{49817,93 \text{ €}}$$

➤ Bocina y su cierre:

$$C_{BC} = 7,515 * BHP^{0,85} = 7.515 * \left(\frac{10185}{0,736}\right)^{0,85} = \mathbf{24879,96€}$$

➤ Freno y torsiómetro:

Su coste puede estimarse en 12700 €.

### 3.4.3. Hélice Propulsora.

El coste de hélices de paso fijo puede basarse en precios unitarios de 4500 y 8000 €/t, para Bronce Lima 45 y Cunial, respectivamente. Tomaremos un precio medio de 7500 €/t, para un peso total de la hélice de 20 t, tenemos:

$$C_{Hélice} = 7500 * 20 = \mathbf{150000 €}$$

El coste total de este subconcepto será la suma de todas las cantidades anteriores:

$$C_{Instalación Propulsora} = \mathbf{6175793,27 €}$$

### 3.5. Maquinaria Auxiliar de la Propulsión.

#### 3.5.1. Grupos Electrógenos.

Se estima esta partida en 900000 €.

#### 3.5.2. Equipo de Circulación, Refrigeración y Lubricación de la Planta Propulsora y Auxiliares.

$$C_{crl} = 6 * (K_1 + K_2) * BHP$$

Donde:

- $K_1 = 1,2$ , para motores de 2 tiempos.
- $K_2 = 0$ , según exista o no enfriador central

$$C_{crl} = 6 * (1,2 + 0) * \frac{10185}{0,736} = \mathbf{99635,87 €}$$

### 3.5.3. Equipos Generadores de Vapor.

Para este caso el coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C_{gv} = 15 * (N_{ca} * Q_{vg}) + 4,8 * (N_{cf} * Q_{vf}) + 6,6 * (N_{cm} * Q_{cm})$$

Ya que no disponemos de estos datos, estimamos este valor de buques similares.

$$C_{gv} = 60000 \text{ €}$$

### 3.5.4. Equipos de Arranque de Motores.

Su coste puede estimarse como:

$$C_{co} = 78 * N_{co} * Q_{co}$$

Donde:

- $N_{co} = 2$ . Número de compresores.
- $Q_{co} = 960 \frac{m^3}{h}$ . Caudal unitario

$$C_{co} = 78 * 2 * 960 = 149760 \text{ €}$$

### 3.5.5. Equipos de Manejo de Combustible.

$$C_{MC} = 44 * N_{bt} * Q_{bt} + 2,1 * BHP$$

Donde:

- $N_{bt} = 2$ . Número de bombas de trasiego.
- $Q_{bt} = 30 \frac{m^3}{h}$ . Capacidad de cada bomba.

$$C_{MC} = 44 * 2 * 30 + 2,1 * \frac{10185}{0,736} = 30820,46 \text{ €}$$

### 3.5.6. Equipos de purificación.

- Purificadoras centrífugas de aceite y combustible, con sus calentadores.

$$C_{PU} = 10000 * N_{pa} * Q_{pa} * K_1 + 4.750 * N_{pd} * Q_{pd} * K_1 + 5.200 * N_{pf} * Q_{pf} * K_1 * K_2 * K_3$$

Siendo:

- $N_{pa}$ : número de purificadoras de aceite, igual a 1.
- $N_{pd}$ : número de purificadoras de diésel, igual a 1.
- $N_{pf}$ : número de purificadoras de fuel, igual a 2.
- $Q_{pa}$ : caudal unitario de la purificadora de aceite, igual a 3 m<sup>3</sup>/h.
- $Q_{pd}$ : caudal unitario de la purificadora de diésel, igual a 2 m<sup>3</sup>/h.
- $Q_{pf}$ : caudal unitario de la purificadora de fuel, igual a 2 m<sup>3</sup>/h.
- $K_1$ : coeficiente igual a 1.
- $K_2$ : coeficiente igual a 2,2.
- $K_3$ : coeficiente igual a 1.

$$C_{PU} = 10.000 * 1 * 3 * 1 + 4.750 * 1 * 2 * 1 + 5.200 * 2 * 2 * 1 * 2,2 * 1 = \mathbf{85260 \text{ €}}$$

- Equipo de manejo de Lodos. Trasiegos y Derrames:

Su coste medio puede estimarse en 1500 €

- Equipo de Tratamiento por Aditivos para Limpieza:

Su coste puede estimarse en función de la potencia propulsora, mediante la fórmula:

$$C_{ta} = 24 * BHP^{\frac{2}{3}} = 24 * \frac{10185^{\frac{2}{3}}}{0,736} = \mathbf{13833,54 \text{ €}}$$

- Equipos de Mezcla de Combustible:

Su coste medio puede estimarse en 42000 €.

### 3.5.7. Equipos de auxiliares de casco.

- Bombas de Contraincendios, de Lastre, de Servicios Generales y sus Sentinas.

Se estima con la expresión:

$$C_{BO} = 600 * K_1 * Q_{BS}^{1/3} + 960 * K_2 * Q_{BC}^{1/3} + 960 * K_3 * Q_{BC}^{1/3} + 1100 * K_4 * Q_{BS}^{1/3}$$

Siendo:

- $Q_{BS}$ : caudal de la bomba de sentinas, igual a 57 m<sup>3</sup>/h.
- $Q_{BC}$ : caudal de la bomba de contraincendios, igual a 90 m<sup>3</sup>/h.
- $K_1$ : coeficiente igual a 3.
- 
- $K_2$ : coeficiente igual a 3.
- $K_3$ : coeficiente igual a 4.
- $K_4$ : coeficiente igual a 1.

$$C_{BO} = 600 * 3 * 57^{1/3} + 960 * 3 * 90^{1/3} + 960 * 4 * 90^{1/3} + 1100 * 1 * 57^{1/3} \\ = 41275,69 \text{ €}$$

- Separador de sentinas con sus bombas y alarmas:

$$C_{SS} = 156 * GT^{0,5} + 5.100 * K_{SS}$$

- $K_{SS}$ : igual a 1 para una instalación con control automático de descarga.
- $GT$ : 34645,20 t (Cuaderno 9).

$$C_{SS} = 156 * 34645,20^{0,5} + 5100 * 1 = 34136,62 \text{ €}$$

### 3.5.8. Equipos Sanitarios.

- Generador de Agua Dulce:

$$C_{GA} = 1380 * Q_{GA}$$

Siendo:

- $Q_{GA}$ : caudal del generador, igual a 19 t/día.

$$C_{GA} = 1380 * 19 = 26220 \text{ €}$$

➤ Grupos Hidróforos:

El coste unitario puede estimarse con la fórmula:

$$C_{GH} = 660 * n^{\circ} tripulantes^{0,5} = 660 * 20^{0,5} = \mathbf{2951,61 \text{ €}}$$

➤ Planta de Tratamiento de Fecales:

El coste unitario puede estimarse con la fórmula:

$$C_{AF} = 2640 * n^{\circ} tripulantes^{0,4} = 2640 * 20^{0,4} = \mathbf{8750,16 \text{ €}}$$

➤ Incinerador de Residuos Sólidos.

El coste unitario puede estimarse con la fórmula:

$$C_{IR} = 14000 * n^{\circ} tripulantes^{0,2} = 14000 * 20^{0,2} = \mathbf{25487,90 \text{ €}}$$

### 3.5.9. Varios.

➤ Ventiladores de Cámara de Máquinas:

Su coste puede aproximarse con la expresión:

$$C_{VCM} = 7,5 * N_V * Q_V^{0,5} + 5,52 * K_f * BHP^{0,5}$$

Siendo:

- $N_V$ : número de ventiladores, igual a 5.
- $Q_V$ : capacidad de cada ventilador, igual a 130000 m<sup>3</sup>/h.
- $K_f$ : coeficiente igual a 1 para fuel oil.

$$C_{VCM} = 7,5 * 5 * 130000^{0,5} + 5,52 * 1 * \left(\frac{10185}{0,736}\right)^{0,5} = \mathbf{14170,17 \text{ €}}$$

➤ Equipos de Desmontaje:

El coste de equipos de desmontaje en cámara de máquinas puede expresarse en la forma:

$$C_{ED} = 0,84 * K_{ED} * BHP$$

Siendo  $K_{ED}$  un coeficiente igual a 1 para una viga carril.

$$C_{ED} = 0,84 * 1 * \frac{10185}{0,736} = 11624,18 \text{ €}$$

➤ Taller de Máquinas:

Su coste oscila entre 3600 y 13200 € según el nivel. Tomaremos un valor medio de 8500 €

El coste total de este subconcepto será la suma de todas las cantidades anteriores:

$$C_{Maquinaria Auxiliar de la Propulsión} = 155926,21 + + \text{€}$$

### 3.6. Cargos y Respetos.

➤ Cargos y Respetos no Reglamentarios:

Su coste puede estimarse con la fórmula:

$$C_{mr} = 0,023 * K_1 * V_t + 540 * K_2 * n^{\circ} \text{ tripulantes}$$

Siendo:

- $K_1 = 0,85$
- $V_t = 72,84 \text{ M€} . \text{Valoración total del buque (Cuaderno 1)}$
- $K_2 = 0,80$

$$C_{mr} = 357412 \text{ €}$$

➤ Respetos especiales:

El coste del eje de cola de respeto puede estimarse con la fórmula:

$$C_{ecr} = 2,4 * BHP = 2,4 * \frac{10185}{0,736} = 33211,96 \text{ €}$$

El coste total de este subconcepto será la suma de todas las cantidades anteriores:

$$C_{Cargos y Respetos} = 390623,96 \text{ €}$$



### 3.7. Instalaciones Especiales.

#### 3.7.1. Equipos Especiales de Servicio de la Carga.

➤ Bombas de pozo profundo de descarga.

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C_{bp} = 126 * K_1 * Q_b^{0,86} * H_d^{0,35} * N_b$$

Siendo:

- $K_1 = 1$ . Para bombas de accionamiento eléctrico.
- $Q_b = 500 \frac{m^3}{h}$ . Caudal de la bomba Tanques de carga
- $Q_b = 250 \frac{m^3}{h}$ . Caudal de la bomba Tanques de carga
- $H_d = 105 m$ . Altura de descarga
- $N_b = 12$ . Número de bombas

$$C_{bp} = 2504267,76 \text{ €}$$

➤ Bomba de Emergencia Portátil

Su coste puede estimarse en 12000 €.

#### 3.7.2. Equipos de Ventilación y Desgasificación Portátiles.

➤ Calentador de carga, con sus Bombas de Circulación:

Su coste puede estimarse con la expresión:

$$C_{cc} = 24 * Q_t^{\frac{2}{3}} * N_b$$

Siendo:

- $Q_t = 40000 m^3$ . Volumen de tanques de carga.
- $N_b = 14$ . Número de bombas

$$C_{cc} = 336848,84 \text{ €}$$

### 3.7.3. Instalaciones y Equipos de Automatización, Telecontrol y Alarma.

➤ Cabina y Puestos de Control.

Se estima con la expresión:

$$C_{CC} = 1080 * S_{CC}^{0,85}$$

Siendo  $S_{CC}$  la superficie de la cámara de control, igual a 60 m<sup>2</sup>.

$$C_{CC} = 1080 * 60^{0,85} = \mathbf{25.638,22 \text{ €}}$$

➤ Dispositivos de Automatización y Control Reglamentarios.

$$C_{ACR} = 3240 * K_1 * BHP^{1/3}$$

Siendo  $K_1$  un coeficiente igual a 1 para dispositivos de automatización sólo para navegación libre.

$$C_{ACR} = 3240 * 1 * \left(\frac{10185}{0,736}\right)^{1/3} = \mathbf{77786,63 \text{ €}}$$

➤ Restantes Dispositivos de Automatización y Control

Su coste puede variar de 12000 a 50000 €, dependiendo del nivel de complejidad. Tomaremos un valor medio de 62000 €

➤ Equipos Suministradores de Fluidos de Control y Accionamiento

Se estima en un 10% del coste de los equipos de automatización:

$$C_{ESF} = 0,1 * 77786,63 = \mathbf{7778,68 \text{ €}}$$

El coste total de este subconcepto será la suma de todas las cantidades anteriores:

$$C_{\text{Instalaciones Especiales}} = \mathbf{3269597,70 \text{ €}}$$

### 3.7.4. Sistemas de Estabilización y Auxiliares de Maniobra.

➤ Hélice de Empuje Transversal

$$C_{H.T.} = 900 * BHP_T^{0,73}$$

Siendo  $BHP_T$  la potencia del propulsor de proa, igual a 1700 CV.

$$C_{H.T.} = 900 * (1700)^{0,73} = \mathbf{205338,42 \text{ €}}$$

### 3.7.5. Instalaciones y Equipos Especiales Contraincendios.

➤ Instalaciones Contraincendios De Carácter Estructural

$$C_{CI} = K_{CI} + 5,5 * S_h$$

Siendo  $K_{CI}$  un coeficiente igual a 4.600.

$$C_{CI} = 4.600 + 5,5 * 1900 = 15050 \text{ €}$$

➤ Instalaciones fijas contra incendios en cubierta

$$C_{CIC} = 11 * (1 + 0,0013 * L) * L * B$$

$$C_{CIC} = 11 * (1 + 0,0013 * 192,45) * 192,45 * 32,20 = \mathbf{85219,85 \text{ €}}$$

➤ Instalaciones Rociadoras de Agua

Su coste puede estimarse como:

$$C_{RCM} = 4 * S_h$$

Siendo  $S_h$  la superficie de la cámara de máquinas, igual a 420 m<sup>2</sup>.

$$C_{RCM} = 4 * 420 = \mathbf{1680 \text{ €}}$$

Siendo  $S_h$  la superficie de habitación, igual a 1900 m<sup>2</sup>.

$$C_{RHabitación} = 4 * S_h = 4 * 1900 = \mathbf{7600 \text{ €}}$$

➤ Equipos Detectores de Incendios en Cámara de Máquinas

$$C_{DCM} = 0,8 * K_1 * L_{CM} * D_{CM} * B + 12240 * K_2 * N_{CH}$$

Donde:

- $K_1$ : coeficiente igual a 1 para una cámara de máquinas desatendida.
- $K_2$ : coeficiente igual a 1 para detección de incendios en alojamientos.
- $N_{CH}$ : número de cubiertas de habitación, igual a 4.

$$C_{DCM} = 0,8 * 1 * 23,80 * 6 * 17,40 + 12240 * 1 * 4 = \mathbf{59627,73 \text{ €}}$$

### 3.8. Resumen de los costes de equipos, materiales y gastos directos.

EQUIPOS, MATERIALES Y GASTOS DIRECTOS	Costes
<b>Concepto 1. Casco</b>	
Acero laminado	6.057.648,00 €
Resto de materiales del casco	10007,40 €
Timón y accesorios	11.221,25 €
Materiales auxiliares de construcción del casco	509.250,00 €
Preparación de superficies	352.319,66 €
Pintura y control de corrosión	131.029,55 €
<b>TOTAL</b>	<b>7.071.475,86 €</b>
<b>Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones</b>	
Equipo de fondeo, amarre y remolque	206.021,79 €
Medios de salvamento	64.985,31 €
Habitación	475.000,00 €
Equipos de fonda y hotel	36.600,00 €
Equipos de acondicionamiento en alojamientos	117.528,20 €
Equipo de navegación y comunicaciones	243.547,00 €
Medios CI convencionales	112.011,18 €
Equipos convencionales de servicio de la carga	409.151,29 €
Instalación eléctrica	312.043,31 €
Tubería	918.697,91 €
Accesorios de equipos, armamento e instalaciones	374.011,72 €
<b>TOTAL</b>	<b>3.269.597,70 €</b>

<b>Concepto 3. Maquinaria auxiliar de cubierta</b>	
Equipos de gobierno	301.864,02 €
Equipo de fondeo y amarre	262.505,66 €
<b>TOTAL</b>	<b>564.369,69 €</b>
<b>Concepto 4. Instalación propulsora</b>	
Máquina propulsora	5.598.015,01 €
Línea de ejes	272.635,19 €
Hélice propulsora	150.000,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>6.020.650,19 €</b>
<b>Concepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión</b>	
Grupos electrógenos	900.000,00 €
Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta Propulsora y auxiliares	99.635,87 €
Equipos generadores de vapor	60.000,00 €
Equipo de arranque de motores	149.760,00 €
Equipo de manejo de combustible	30.820,46 €
Equipo de purificación	142.593,54 €
Equipo de auxiliar de casco	75.412,32 €
Equipos sanitarios	63.409,67 €
Varios	34.294,35 €
<b>TOTAL</b>	<b>1.555.926,21 €</b>
<b>Concepto 6. Cargos y respetos</b>	
Cargos y respetos no reglamentarios	357.412,00 €
Respetos especiales	33.211,96 €
<b>TOTAL</b>	<b>390.623,96 €</b>
<b>Concepto 7. Instalaciones especiales</b>	
Equipos especiales de servicio de la carga	2.516.267,76 €
Equipos de ventilación y desgasificación portátiles	336.846,84 €
Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma	104.841,95 €
Sistemas de estabilización y auxiliares de maniobra	205.338,42 €
Instalaciones y equipos especiales de carácter estructural	169.177,58 €

<b>TOTAL</b>	<b>3.332.472,55 €</b>
<b>TOTAL EQUIPOS, MATERIALES Y GASTOS DIRECTOS</b>	<b>22.205.116,17 €</b>

#### 4. COSTE DE LA MANO DE OBRA.

Para obtener el coste de la mano de obra necesaria para la construcción del buque proyecto se calcularán por un lado las horas necesarias para los diferentes conceptos y partidas. Posteriormente, una vez obtenidas las horas totales y considerando un coste medio de 20 €/h, se obtendrá el coste final.

##### 4.1. Casco.

##### 4.1.1 Acero Laminado.

Las horas de elaboración, prefabricación y montaje del casco se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H_{AC} = K_{BA} * P_{AC} * (1 + K_F * (1 - C_F)) * (1 + K_B) * (1 + K_E * C_E) * (1 + K_C * (N_C - 1))$$

Donde:

- $P_{AC} = 10185 \text{ t.}$  *Peso de acero neto.*
- $K_{BA} = 60 \frac{h}{tn}$ . *Índice de mano de obra del casco*
- $K_F = 0,3$ . *Índice de coeficiente de formas.*
- $C_F = Cb = 0,83$ .
- $K_B = 0,04$ . *Índice de existencia de bulbo.*
- $K_E = 0,5$  *Índice de complejidad.*
- $C_E = 0,09$ . *Coeficiente de acero especial.*
- $K_C = 0,05$  *Coeficiente del número de cubiertas.*
- $N_C = 1$  *Número de cubiertas.*

$$H_{AC} = 60 * 10185 * (1 + 0,3 * (1 - 0,83)) * (1 + 0,04) * (1 + 0,5 * 0,09) * (1 + 0,05 * (1 - 1)) = \mathbf{697218 \text{ horas}}$$

#### 4.1.2. Resto de los materiales del casco.

Las horas correspondientes a piezas fundidas y forjadas y a aluminio, pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{RM} = 25 + 30 * L^{1/3} * H * K_1$$

Donde:

- $H = 13 \text{ m. Calado de escantillonado.}$
- $K_1$ : *coeficiente igual a 1 para buques de una única hélice.*

$$H_{RM} = 25 + 30 * 192,45^{1/3} * 13 * 1 = \mathbf{2277 \text{ horas}}$$

#### 4.1.3. Timón y Accesorios.

Las horas correspondientes pueden aproximarse con la fórmula:

$$H_{TI} = 100 * n^{\circ} \text{ timones} * L_{Timón} * H_{Timón} = 100 * 1 * 5,65 * 8,8 = \mathbf{4966 \text{ horas}}$$

#### 4.1.4. Preparación de Superficies.

Se estima en 0,02 horas por metro cuadrado de superficie a pintar:

$$H_{PS} = 0,02 * S_T = 0,02 * 23841,18 = \mathbf{477 \text{ horas}}$$

#### 4.1.5. Pintura y Control de Corrosión.

Las horas correspondientes pueden estimarse como:

$$H_{PI} = 0,25 * S_{OM} + (1 + 0,3 * N_{OM}) + 0,35 * S_{OV} * \frac{N_{OV}}{4} + 0,4 * S_I * N_I$$

Donde:

- $S_{OM} = 2762,18 \text{ m}^2$ . *Superficie de la obra muerta.*
- $N_{OM} = 4$ . *Número de manos de pintura en la obra muerta.*
- $S_{OV} = 10011,22 \text{ m}^2$ . *Superficie de la obra viva.*
- $N_{OV} = 6$ . *Número de manos de pintura en la obra viva.*
- $S_I = 10596,08 \text{ m}^2$ . *Superficie interior.*
- $N_I = 3$ . *Número de manos de pintura en la superficie interior.*

$$\begin{aligned} H_{PI} &= 0,25 * 2762,18 + (1 + 0,3 * 4) + 0,35 * 10011,22 * \frac{6}{4} + 0,4 * 10596,08 * 3 \\ &= \mathbf{18664 \text{ horas}} \end{aligned}$$

Por tanto, las horas totales de mano de obra para esta partida serán:

$$H_{CASCO} = 723602 \text{ h}$$

## **4.2. Equipo, Armamento e Instalaciones.**

### **4.2.1. Equipo de Fondeo, Amarre y Remolque**

Se estima con la expresión:

$$H_{EFA} = 27 * n^{\circ} \text{ anclas} * \text{peso ancla}^{0,4} = 27 * 3 * 7,8^{0,4} = 184 \text{ horas}$$

### **4.2.2. Medios de Salvamento.**

Las horas correspondientes pueden aproximarse como:

$$H_{MS} = 300 + 1,15 * n^{\circ} \text{ tripulantes} = 300 + 1,15 * 20 = 323 \text{ horas}$$

### **4.2.3. Habitación de Alojamientos**

Se estima en 16 h/m<sup>2</sup> de habitación:

$$H_H = 16 * S_H = 16 * 1900 = 30400 \text{ horas}$$

### **4.2.4. Equipos de Fonda y Hotel.**

Se estima en 115 horas por tripulante:

$$H_{FH} = 115 * n^{\circ} \text{ tripulantes} = 115 * 20 = 2300 \text{ horas}$$

### **4.2.5. Equipos de acondicionamiento en Alojamientos**

Se estima en 2 h/m<sup>2</sup> de habitación:

$$H_{EA} = 2 * S_h = 2 * 1900 = 3800 \text{ horas}$$

### **4.2.6. Equipos de Navegación y Comunicaciones.**

Se estima con la expresión:

$$H_{NC} = 330 * (n^{\circ} \text{ equipos} - 6) = 330 * (15 - 6) = 2.970 \text{ horas}$$

### **4.2.7. Medios Cl. Convencionales.**

$$H_{CI} = 5,5 * L = 5,5 * 192,45 = 1058 \text{ horas}$$



#### 4.2.8. Equipos Convencionales de Servicio de la Carga.

Las horas correspondientes a grúas pueden estimarse mediante la fórmula:

$$H_{GC} = 290 * N_{GC} * SWL^{1/3}$$

Donde:

- $N_{GC} = 1$  Número de grúas de carga.
- $SWL = 25$  t. Carga de trabajo de la grúa.

$$H_{GC} = 290 * 1 * 25^{1/3} = \mathbf{848 \text{ horas}}$$

#### 4.2.9. Instalación Eléctrica.

Las horas correspondientes pueden estimarse mediante la fórmula:

$$H_{IE} = 4 * S_h + 6 * KW = 4 * 1900 + 6 * 1500 = \mathbf{16600 \text{ horas}}$$

#### 4.2.10. Tuberías.

Las horas correspondientes pueden estimarse mediante la fórmula:

$$H_{TU} = 11 * BHP^{0,85} = 11 * \left( \frac{10185}{0,736} \right)^{0,85} = \mathbf{36418 \text{ horas}}$$

#### 4.2.11. Accesorios de Equipo, Armamento e Instalaciones.

$$H_{AEA} = 80 * n^{\circ} \text{ tripulantes} + 56 * (L - 15) + 0,9 * L * (B + D) + 2 * L + 50 * N_{BO} \\ + 100 * N_{PB} + 100 * N_{GM}$$

Donde:

- $N_{BO} = 1$ . Número de botes de servicio.
- $N_{PB} = 2$ . Número de pescantes de botes.
- $N_{GM} = 2$ . Número de grúas en cámara de máquinas.

$$H_{AEA} = 80 * 20 + 56 * (192,45 - 15) + 0,9 * 192,45 * (32,20 + 19,40) + 2 \\ * 192,45 + 50 * 1 + 100 * 2 + 100 * 2 = \mathbf{21309 \text{ horas}}$$

Por tanto, las horas totales de mano de obra para esta partida serán:

$$H_{EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES} = \mathbf{116211 \text{ h}}$$

### 4.3. Maquinaria Auxiliar de Cubierta.

#### 4.3.1. Equipo de Gobierno.

Las horas correspondientes pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{EG} = 33 * L^{2/3} = 33 * 192,45^{2/3} = \mathbf{1100 \text{ horas}}$$

#### 4.3.2. Equipo de Fondeo y Amarre.

Las horas correspondientes pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{FA} = L * (1,75 * N_M + 1,6 * N_{CA} + 1,7 * N_{MA})$$

Siendo:

- $N_M = 2$ . Número de molinetes.
- $N_{CA} = 2$ . Número de cabrestantes.
- $N_{MA} = 7$ . Número de maquinillas de amarre.

$$H_{FA} = 192,45 * (1,75 * 2 + 1,6 * 2 + 1,7 * 7) = \mathbf{3580 \text{ horas}}$$

Por tanto, las horas totales de mano de obra para esta partida serán:

$$H_{\text{MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA}} = \mathbf{4680 \text{ h}}$$

### 4.4. Instalación Propulsora.

#### 4.4.1. Máquinas Propulsoras.

Las horas correspondientes pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{MP} = 10 * BHP^{\frac{2}{3}} = 10 * \left( \frac{10185}{0,736} \right)^{2/3} = \mathbf{5764 \text{ horas}}$$

#### 4.4.2. Líneas de ejes.

Las horas correspondientes pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{LE} = K_{LE} * BHP * N_{LE}$$

Donde:

- $K_{LE} = 0,16$  para motores directamente acoplados.
- $N_{LE} = 1$ . Número de líneas de ejes.

$$H_{LE} = 0,16 * \frac{10185}{0,736} * 1 = \mathbf{2214 \text{ horas}}$$

#### 4.4.3. Hélice Propulsora.

Las horas correspondientes pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{HP} = K_1 + K_2 * BHP * N_{HP}$$

Donde:

- $K_1 = 240$ , para hélices de paso fijo.
- $K_2 = 0,004$  para hélices de paso fijo.
- $N_{HP} = 1$ . Número de hélices.

$$H_{HP} = 240 + 0,004 * \frac{10185}{0,736} * 1 = \mathbf{295 \text{ horas}}$$

Por tanto, las horas totales de mano de obra para esta partida serán:

$$H_{\text{INSTALACIÓN PROPULSORA}} = \mathbf{8274 \text{ h}}$$

#### 4.5. Maquinaria Auxiliar de la Propulsión.

##### 4.5.1. Grupos electrógenos.

Las horas correspondientes a esta partida pueden estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$H_{GE} = 52 * N_g * kW^{0,43}$$

Donde:

- $N_g = 1$ . Número de generadores diésel.
- $kW = 2700 \text{ kW}$  Potencia del generador.

$$H_{GE} = 52 * 1 * 2700^{0,43} = \mathbf{1554 \text{ horas}}$$

$$H_{G \text{ Emergencia}} = 52 * N_{G \text{ Emergencia}} * kW^{0,43}$$

Donde:

- $N_{G \text{ Emergencia}} = 1$  Número de generadores de emergencia.
- $kW = 300 \text{ kW}$ . Potencia del generador.

$$H_{G \text{ Emergencia}} = 52 * 1 * 300^{0,43} = \mathbf{604 \text{ h}}$$

#### 4.5.2. Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares.

Las horas correspondientes a esta partida pueden estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$H_{CRL} = K_{CRL} + 0,18 * BHP$$

Siendo:

- $K_{CRL} = 230$  para motores de 2 tiempos.

$$H_{CRL} = 230 + 0,18 * \frac{10185}{0,736} = \mathbf{2721 \text{ horas}}$$

#### 4.5.3. Equipos generadores de vapor.

Las horas correspondientes a esta partida pueden estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$H_{GV} = 1000 * (N_{GE} + N_{QE} + N_{GUM}) + 270 * (N_{GE} * Q_{GE} + N_{QE} * Q_{QE} + N_{GUM} * Q_{GUM})$$

Donde:

- $N_{GE} = 1$ . Número de generadores de gases de escape.
- $N_{QE} = 2$ . Número de generadores de quemadores.
- $N_{GUM} = 0$ . Número de generadores mixtos.
- $Q_{GE} = 1,5 \frac{t}{h}$ . Producción de vapor de generadores de gases.

- $Q_{QE} = 3,5 \frac{t}{h} \text{ Producción de vapor de generadores de quemadores}$
- $Q_{GUM} = \text{Producción de vapor de generadores mixtos}$

$$H_{GV} = 1000 * (1 + 2 + 0) + 270 * (1 * 1,5 + 2 * 3,5 + 0 = \mathbf{5295 \text{ horas}}$$

#### 4.5.4. Equipos de arranque de motores.

Las horas correspondientes a esta partida pueden estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$H_{AM} = N_{CO} * (40 + 3,5 * Q_{CO})$$

Donde:

- $N_{CO} = 2. \text{ Número de compresores}$
- $Q_{CO} = \frac{960m^3}{h}. \text{ Capacidad de los compresores}$

$$H_{AM} = 2 * (40 + 3,5 * 960) = \mathbf{6800 \text{ horas}}$$

#### 4.5.5. Equipos de manejo de combustible

Se estima con la expresión:

$$H_{CO} = K_{CO} * BHP$$

Siendo  $K_{CO}$  un coeficiente igual a 0,27 para combustible pesado.

$$H_{MC} = 0,27 * \frac{10185}{0,736} = \mathbf{3736 \text{ horas}}$$

#### 4.5.6. Equipos de purificación.

Se estima con la expresión:

$$H_{EP} = (K_{EP} + 0,56 * BHP) * (N_{PA} + N_{PD} + N_{FD})$$

Siendo:

- $K_{EP} = 300. \text{ coeficiente para combustible pesado.}$
- $N_{PA} = 2 \text{ Número de purificadoras de aceite.}$
- $N_{PD} = 2 \text{ Número de purificadores diésel.}$
- $N_{FD} = 2 \text{ Número de purificadoras de fuel.}$

$$H_{EP} = \left( 300 + 0,56 * \frac{10185}{0,736} \right) * (2 + 2 + 2) = \mathbf{6450 \text{ horas}}$$

#### 4.5.7. Equipos Auxiliares del casco.

Sus horas pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{AC} = 420 + 0,47 * L * (B + D) = 420 + 0,47 * 192,45 * (32,20 + 19,40) \\ = \mathbf{5087 \text{ horas}}$$

#### 4.5.8. Equipos Sanitarios.

Sus horas pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{ES} = K_1 * (280 + 8 * Q_A) + K_2 * (200 + 3,5 * n^{\circ} \text{ tripulantes}) + K_3 \\ * (410 + 3,9 * n^{\circ} \text{ tripulantes}) + 400 * K_4$$

Donde:

- $K_1 = 1$  por disponer de 1 generador de agua dulce.
- $K_2 = 1$  por disponer de 1 grupo hidrófobo.
- $K_3 = 1$  disponer de una planta de tratamiento de aguas fecales.
- $K_4 = 1$  por disponer de 1 incinerador de residuos.
- $Q_A$ : capacidad del generador de agua dulce, igual a 19 tn/día.

$$H_{ES} = 1 * (280 + 8 * 19) + 1 * (200 + 3,5 * 20) + 1 * (410 + 3,9 * 20) + 400 * 1 \\ = \mathbf{1590 \text{ horas}}$$

#### 4.5.9. Varios.

Las horas correspondientes a Ventiladores y elementos de desmontaje en cámara de máquinas pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{VA} = K_{VA} + 0,005 * BHP$$

Siendo kW<sub>A</sub> la potencia instalada de la grúa carril, igual a 1400 kW.

$$H_{VA} = 1400 + 0,005 * \frac{10185}{0,736} = \mathbf{1469 \text{ horas}}$$

Por tanto, las horas totales de mano de obra para esta partida serán:

$$H_{\text{MAQUINARIA AUXILIAR DE LA PROPULSIÓN}} = \mathbf{35307 \text{ h}}$$

#### 4.6. Cargos, Pertrechos y Respetos.

Las horas necesarias para su estiba a bordo pueden estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$H_{CPR} = K_1 * BHP^{\frac{2}{3}} + 2 * L + K_2$$

Siendo:

- $K_1 = 1$ . Para motores de dos tiempos.
- $K_2 = 100$

$$H_{CPR} = 1 * \left(\frac{10185}{0,736}\right)^{2/3} + 2 * 192,45 + 100 = \mathbf{1061 \text{ horas}}$$

#### 4.7. Instalaciones Especiales.

##### 4.7.1. Equipos Especiales de Servicio de la Carga.

➤ Bombas de pozo profundo de descarga

Las horas totales de mano de obra para esta partida quedarán como sigue:

$$H_{bomb.pozo \text{ prof}} = 210 * K_1 * K_2 * N_b$$

Siendo:

- $K_1 = 1$ . Para bombas sumergidas y de pozo profundo.
- $K_2 = 1$ . Para bombas de accionamiento eléctrico.
- $N_b = 14$ . Número de bombas.

$$H_{bomb.pozo \text{ prof}} = 210 * 1 * 1 * 14 = \mathbf{2940 \text{ horas}}$$

➤ Bombas de emergencia portátil.

Pueden estimarse en:

$$H_{emergencia \text{ portátil}} = 210 * 80 = \mathbf{16800 \text{ horas}}$$

#### 4.7.2. Equipos de Ventilación y Desgasificación Portátiles.

➤ Calentador y Bomba de Limpieza.

Puede estimarse en 80 horas por bomba de descarga, por lo que considerando una por bomba, tendremos:

$$H_{Cal.carga y BC} = 80 * 14 = 1120 \text{ €}$$

#### 4.7.3. Instalaciones y Equipos de Automatización, Telecontrol y Alarma.

Las horas están incluidas en el coste de los materiales correspondientes.

#### 4.7.4. Sistemas de Estabilización y Auxiliares de Maniobra.

➤ Hélice de empuje transversal.

Sus horas pueden estimarse como:

$$H_{HT} = 14,5 * BHP^{0,7}$$

Donde BHP es la potencia de la hélice de proa, igual a 1700 HP.

$$H_{HPR} = 14,5 * (1700)^{0,7} = 2647 \text{ horas}$$

#### 4.7.5. Instalaciones y Equipos Especiales Contraincendios.

➤ Instalaciones Contraincendios de carácter estructural

Las horas pueden estimarse como:

$$H_{CI} = 1.000 + 0,4 * S_h = 1.000 + 0,4 * 1900 = 1760 \text{ horas}$$

➤ Instalaciones fijas contra incendios en cubierta.

Las horas pueden estimarse como:

$$H_{FC} = 0,39 * L^{1,1} * B = 0,39 * 192,45^{1,1} * 32,20 = 4089 \text{ horas}$$

➤ Instalaciones Rociadoras de Agua

Las horas pueden estimarse como:

$$H_{RCM} = 0,35 * S_h = 0,35 * 420 = 147 \text{ horas}$$



$$H_{RH} = 0,35 * S_{Habilitación} = 0,35 * 1900 = \mathbf{665 \text{ horas}}$$

➤ Equipos Detectores de Incendios en Cámara de Máquinas.

$$H_{DIM} = 65 * K_1 * (L_M * D_M * B)^{0,25} + 80 * K_2 * N_{CH}$$

Donde:

- $K_1 = 1$ , para una cámara de máquinas desatendida.
- $K_2 = 1$ , para detectores en la habilitación.
- $N_{CH}$  número de cubiertas de alojamientos, igual a 4.

$$H_{DI} = 65 * 1 * (23,80 * 19,40 * 32,20)^{0,25} + 80 * 1 * 4 = \mathbf{1080 \text{ horas}}$$

Por tanto, las horas totales de mano de obra para esta partida serán:

$$H_{INSTALACIONES ESPECIALES} = \mathbf{31187 \text{ h}}$$

#### 4.8. Resumen de los costes de mano de obra.

Llegados a este punto sólo falta multiplicar el total de horas de mano de obra por el precio de cada hora, que se estableció en aproximadamente 27 €/h. Por tanto, el coste final total correspondiente a la mano de obra quedará como sigue:

MANO DE OBRA	Horas	Costes
<b>Concepto 1. Casco</b>		
Acero laminado	697.218	18.824.882 €
Resto de materiales del casco	2.277	61.470 €
Timones y accesorios	4.966	134.083 €
Preparación de superficies	477	12.875 €
Pintura y control de corrosión	18.664	503.927 €
<b>TOTAL</b>	<b>723.602</b>	<b>19.537.254 €</b>
<b>Concepto 2. Equipo, armamento e instalaciones</b>		
Equipo de fondeo, amarre y remolque	184	4.974 €

Medios de salvamento	323	8.721 €
Habilitación de alojamientos	30.400	820.800 €
Equipos de fonda y hotel	2.300	62.100 €
Equipos de acondicionamiento	3.800	102.600 €
Equipos de navegación y comunicaciones	2.970	80.190 €
Medios CI convencionales	1.058	28.579 €
Equipos convencionales de la carga	848	22.896 €
Instalación eléctrica	16.600	448.200 €
Tubería	36.418	983.280 €
Accesorios de equipos, armamento e instalaciones	21.309	575.356 €
<b>TOTAL</b>	<b>116.211</b>	<b>3.137.697 €</b>
<b>Concepto 3. Maquinaria auxiliar de cubierta</b>		
Equipo de gobierno	1.100	29.700 €
Equipo de fondeo y amarre	3.580	96.649 €
<b>TOTAL</b>	<b>4.680</b>	<b>126.360 €</b>
<b>Concepto 4. Instalación propulsora</b>		
Máquina propulsora	5.764	155.628 €
Líneas de ejes	2.214	59.782 €
Hélice propulsora	295	7.975 €
<b>TOTAL</b>	<b>8.274</b>	<b>223.398 €</b>
<b>Concepto 5. Maquinaria auxiliar de la propulsión</b>		
Grupos electrógenos	2.158	58.275 €
Equipos de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares	2.721	73.465 €
Equipo generador de vapor	5.295	142.965 €
Equipo de arranque de motores	6.800	183.600 €
Equipo de manejo de combustible	3.736	100.882 €
Equipo de purificación	6.450	174.142 €
Equipos auxiliares de casco	5.087	137.358 €
Equipos sanitarios	1.590	42.930 €
Varios	1.469	39.669 €
<b>TOTAL</b>	<b>35.307</b>	<b>953.289 €</b>
<b>Concepto 6. Cargos, pertrechos y respetos</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>1.062</b>	<b>28.674 €</b>
<b>Concepto 7. Instalaciones especiales</b>		

Equipos especiales del servicio de la carga	19.740	
Equipos de ventilación y desgasificación portátiles	1.120	30.240 €
Sistemas de estabilización y auxiliares de maniobra	2.647	71.458 €
Instalaciones y equipos especiales contra incendios	7.680	207.360 €
<b>TOTAL</b>	<b>31.187</b>	<b>842.049 €</b>
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>920.323</b>	<b>24.848.721 €</b>

## 5. GASTOS VARIOS DEL ASTILLERO.

En este concepto se engloban gastos de astillero que puedan asignarse a un buque determinado, sin corresponder a equipo o materiales incorporados al mismo. Estos gastos incluyen los siguientes aspectos:

- Gastos de Ingeniería.
  - Proyecto contratado en el exterior.
  - Ensayos de canal.
  - Estudios especiales contratados en el exterior.
- Clasificación, reglamentos y certificados.
  - Sociedad de clasificación.
  - Otras entidades reguladoras.
  - Inspección de buques.
  - Colegio Oficial de Ingenieros Navales.
- Pruebas y Garantía.
  - Botadura.
  - Prácticos y remolcadores.
  - Varada.
  - Pruebas, ensayos, montadores y supervisiones.
  - Garantía.

- Armador y entrega.
  - Maqueta.
- Servicios auxiliares durante la construcción.
  - Andamiaje.
  - Instalación provisional de fuerza y alumbrado.
  - Limpieza.
- Otros gastos generales.
  - Seguro de construcción.

En la primera inspección puede aceptarse que el conjunto de los gastos antedichos es proporcional a la valoración total del buque,  $V_t$ , a efectos de primas, desgravación y crédito. El factor de proporcionalidad puede variar entre 0,05 para  $V_t= 3$  millones de euros y 0,03 para  $V_t=60$  millones de euros.

## 6. DESGLOSE TOTAL DEL COSTE DE CONSTRUCCIÓN.

Se muestra a continuación una tabla resumen donde aparecen desglosados cada uno de los costes obtenidos anteriormente correspondientes al coste de construcción del buque proyecto.

CONCEPTO	COSTE
Materiales	22205116,17
Mano de Obra	24848721,00
TOTAL CC	47.131.625,00

### 6.1. Valoración total del buque.

La valoración total del buque, sin considerar los gastos del armador, se pueden expresar como:

$$V_t = CC * BI$$

Siendo:

- $CC = \text{coste de construcción.}$
- $BI = \text{beneficio industrial del astillero.}$
- $P = \text{primas y desgravaciones.}$

El coste de construcción ha sido calculado anteriormente. En cuanto al beneficio industrial del astillero cabe decir que, dada la grave crisis financiera que afecta a la mayoría de las economías mundiales, este término de la ecuación anterior debería ser prácticamente nulo o incluso negativo. Si aun así tenemos en cuenta la situación de España de cara a los mercados internacionales, la cosa se agravaría aún más. No obstante y siendo optimistas, consideraremos aproximadamente un 5% de beneficios sobre el coste total de construcción. Por tanto, el valor total del buque, considerando además un 1% de coste varios del astillero, quedará como sigue:

$$V_t = 47131625 * 1,06 = 49959522,50 \text{ €}$$

## 7. VALOR DEL CONTRATO Y CONCLUSIONES FINALES.

En este último apartado se calculará el valor final de contrato  $V_c$ , o coste de adquisición que el armador deberá pagar al astillero como remuneración por la construcción y entrega del buque. Se considerará igual al valor total del buque, menos el valor de las primas a la construcción naval (y desgravación fiscal si existiera) que suele cobrar directamente el astillero. Es decir:

$$V_c = V_t - \text{Primas}$$

Con respecto a las primas cabe decir que en España este tipo de ayudas han desaparecido totalmente. Por otro lado, con respecto a las ayudas de la CEE en el momento actual están canceladas todo tipo de ayudas y bonificaciones fiscales, por lo que no existe ningún tipo de ayuda. A continuación se muestra una tabla resumen con todos los costes llevados a cabo:

CONCEPTO	COSTE
Materiales	22.205.116,17 €
Mano de Obra	24848721,00 €
Coste de Construcción	47.131.625,00 €
Beneficio Industrial (5%)	2.356.581,25 €
Gastos varios del astillero (+1%)	471.316,25 €
Valor total	49.959.522,50 €
VALOR DE CONTRATO	49.959.522,50 €

## 8. GASTOS DEL ARMADOR. ESQUEMA DE FINANCIACIÓN.

La inversión total que debe realizar el armador es la suma del costo de adquisición o valor de contrato calculado en el apartado anterior y una serie de gastos que se pueden estimar como un % del valor total del buque, que se describen a continuación.

- ❖ Coste del estudio de la solicitud de crédito: 0,15 %
- ❖ Aval por los tres primeros plazos del préstamo: 1,00 %
- ❖ Gastos de constitución de la hipoteca: 0,30 %
- ❖ Intereses intercalados del crédito: 5,0 %
- ❖ Impuestos de actos jurídicos documentados: 0,80 %
- ❖ Registro y notaria: 0,20 %
- ❖ Inspección durante la construcción: 1,25 %
- ❖ Varios: 2,5 %

De la inversión total el 70% se financiará a 10 años a un tipo de interés del 8%.

El esquema de financiación se adjunta a continuación:

CONCEPTO	COSTE
Valor de contrato	49.959.522,50 €
Coste del estudio de crédito	74.939,28 €
Aval correspondiente a los 3 primeros años	499.595,23 €
Gastos constitución de hipoteca	149.878,57 €
Intereses intercalarios de crédito	2.497.976,13 €
Impuestos de actos jurídicos documentados	399.676,18 €
Registro y notaría	99.919,05 €
Inspección durante la construcción	624.494,03 €
Varios	1.248.988,06 €
<b>Inversión total del armador</b>	<b>55.554.989,02 €</b>
Capital privado (25%)	13.888.747,26 €
Capital ajeno (75%)	41.666.241,77 €
Tipo de interés	8% Anual
Periodo de devolución	10 años

## 9. ANÁLISIS Y ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.

Para comenzar es importante tener claro que todo estudio de viabilidad se basa en la estimación del flujo de fondos del proyecto a lo largo de su vida útil. Es clave, en particular, la correcta cuantificación de los fondos absorbidos desde un punto de vista cuantitativo y temporal de todas y cada una de las inversiones fijas y circulantes. Para ello realizamos el estudio de viabilidad con valores reales, y actualizados para que los resultados obtenidos puedan ser válidos para obtener conclusiones coherentes a la fecha actual.

### 9.1. Flete.

De acuerdo con la Secretaría de la UNTAD, sobre la base de información de Lloyd's Shipping Economist el índice de flete de buques tanque entre 25000 y 70000 TPM es de 160 €/tn para el año 2010.

<b>Cuadro 3.3. Índices de fletes de los buques tanque, 2009 a 2011 (cifras mensuales)</b>							
<b>Lloyd's Shipping Economist</b>						<b>Exchange Baltic Tanker</b>	
<b>2009</b>	<b>&gt;200</b>	<b>120-200</b>	<b>70-120</b>	<b>25-70</b>	<b>Derivados</b>	<b>Índice de crudos</b>	<b>Índice de derivados</b>
<b>Octubre</b>	41	62	76	96	89	557	515
<b>Noviembre</b>	47	78	81	100	94	588	439
<b>Diciembre</b>	53	77	111	121	124	671	528
<b>Promedio</b>	<b>47</b>	<b>72</b>	<b>89</b>	<b>106</b>	<b>102</b>	<b>605</b>	<b>494</b>
<b>2010</b>							
<b>Enero</b>	82	120	133	185	189	1 024	817
<b>Febrero</b>	75	94	117	187	175	1 047	884
<b>Marzo</b>	77	100	128	159	159	889	761
<b>Abril</b>	83	105	122	168	151	949	703
<b>Mayo</b>	74	118	150	169	144	995	730
<b>Junio</b>	84	105	115	150	138	938	669
<b>Julio</b>	58	79	110	151	165	844	798
<b>Agosto</b>	49	79	101	152	152	789	792
<b>Septiembre</b>	47	69	85	131	137	708	677
<b>Octubre</b>	44	78	101	140	132	684	622
<b>Noviembre</b>	64	89	93	146	138	763	623
<b>Diciembre</b>	57	109	138	187	170	896	756
<b>Promedio</b>	<b>66</b>	<b>95</b>	<b>116</b>	<b>160</b>	<b>154</b>	<b>877</b>	<b>736</b>
<b>2011</b>							
<b>Enero</b>	52	67	88	154	134	842	635
<b>Febrero</b>	59	76	99	123	136	660	642
<b>Marzo</b>	63	106	135	188	175	965	749
<b>Abril</b>	48	89	109	178	170	927	836
<b>Mayo</b>	49	84	102	150	177	822	882
<b>Junio</b>	52	70	98	141	148	750	706

A continuación, será necesario conocer los valores de costes, tanto fijos como variables, por ello para comenzar debemos realizar una ruta que nos permita dejar definido el número de días de navegación y por lo tanto de días que estaremos consumiendo combustible y demás consumibles de a bordo. Además si conocemos los días de navegación, podremos hallar un valor preciso para el número de fletes que podremos realizar al cabo de un año.

## 9.2. Ruta.

El buque tiene una autonomía de 9000 millas, realizará las siguientes rutas:

RUTA	DISTANCIA (mn)	DURACIÓN (días)
Cayo Arcas - Singapur	8800	24
Cayo Arcas - Rotterdam	7500	20



### 9.3. Esquema de pagos.

El esquema de pagos del proyecto será el siguiente:

Pago	Suceso clave	Porcentaje del coste total	Año de realización
1º	Firma del contrato	10 %	Año 0
2º	Puesta de quilla	20 %	
3º	Botadura	40 %	Año 1
4º	Entrega	30 %	Año 2

### 9.4. Gastos operativos anuales

#### 9.4.1. Valor actual del buque (VAB).

El valor actual del buque (VAB) será igual al coste total del buque en el año 2 de operación. Se actualizará con el IPRI en los años posteriores.

#### 9.4.2. Valor contable del buque (VCB).

El valor contable del buque (VCB) será igual al coste total del buque menos las respectivas amortizaciones anuales.

#### 9.4.3. Gastos fijos directos.

Los gastos fijos directos son los relacionados con el mantenimiento del buque, los salarios de la tripulación y los gastos relaciones con el seguro del buque.

##### ❖ Mantenimiento del buque

El mantenimiento supone el 0,33% del valor actual del buque. Cada 4 años este porcentaje aumenta al 1,7% debido a la entrada en dique obligatoria del buque.

##### ❖ Tripulación

La tripulación de este buque estará formada por 20 personas, como se indica en los RPA del proyecto. La distribución de los tripulantes y sus salarios es la siguiente:

Categoría	Número	€/año
Capitán	2	95000
Oficiales	8	56000
Maestranza	3	40000
Subalterno	7	30000

Los sueldos de la tripulación se actualizan con el IPC.

❖ Seguro del buque

El buque se asegurará sobre un 80% del valor contable del buque. La aseguradora tendrá un margen del 0,020%.

El coeficiente de la prima por otros riesgos será proporcional a la edad del buque y al historial del armador. La tasa pura del seguro también será proporcional a la edad del buque.

Las tasas relacionadas con el seguro se actualizan con el IPRI.

#### 9.4.4. Gastos variables directos

Los gastos variables directos son los relacionados con el coste del combustible y las tasas portuarias o costes de escala.

❖ Coste del combustible.

El precio del combustible se ha estimado en 670 \$/t, es decir 536 €/t.

❖ Tarifas portuarias.

Las tasas portuarias responden al objetivo de coordinación del sistema de transporte de interés general y al principio de autosuficiencia del sistema portuario.

Las tasas más importantes son:

- ✓ Tasa de mercancía: en función de la capacidad del buque y del tipo de mercancía.
- ✓ Tasa del buque: función de los GT y del tiempo en puerto del buque.

TARIFA	VALOR
Tasa de mercancía	6000 €/t
Tasa del buque	4500 €/t
Tasa por amarre	620 €/t

#### 9.4.5. Resumen de los gastos operativos anuales

En la página siguiente se muestra una tabla resumen de los gastos operativos anuales en los años de explotación del buque:

Conceptos \ Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VAB			55.554.989,00 €	58.554.958,41 €	60.662.936,91 €	64.606.027,81 €	62.409.422,86 €	64.718.571,51 €	69.184.152,94 €	71.813.150,75 €
VCB			50.693.927,46 €	45.832.865,93 €	40.971.804,39 €	36.110.742,85 €	31.249.681,31 €	26.388.619,78 €	21.527.558,24 €	16.666.496,70 €
Gastos fijos directos										
Mantenimiento			183.331,46 €	193.231,36 €	200.187,69 €	1.098.302,47 €	205.951,10 €	213.571,29 €	228.307,70 €	1.220.823,56 €
Tripulación			1.500.400,00 €	1.555.914,80 €	1.613.483,65 €	1.673.182,54 €	1.735.090,30 €	1.799.288,64 €	1.865.862,32 €	1.934.899,22 €
Seguros										
Tasa pura			48.666,17 €	51.332,81 €	52.443,91 €	51.999,47 €	49.999,49 €	46.443,97 €	41.332,91 €	34.666,31 €
Margen			10.138,79 €	9.166,57 €	8.194,36 €	7.222,15 €	6.249,94 €	5.277,72 €	4.305,51 €	3.333,30 €
Tasa por otros riesgos			40.150,00 €	41.800,00 €	43.450,00 €	45.100,00 €	46.750,00 €	48.400,00 €	50.050,00 €	51.700,00 €
Total seguros			98.954,96 €	102.299,38 €	104.088,27 €	104.321,62 €	102.999,43 €	100.121,69 €	95.688,42 €	89.699,61 €
TOTAL Gastos fijos directos			1.782.686,42 €	1.851.445,55 €	1.917.759,61 €	2.875.806,63 €	2.044.040,82 €	2.112.981,62 €	2.189.858,45 €	3.245.422,40 €
Gastos variables directos										
Precio actualizado combustible (€/l)			0,735	0,757	0,731	0,727	0,709	0,748	0,752	0,797
Costes combustible			8.346.645,60 €	8.940.926,76 €	9.402.301,51 €	9.355.290,00 €	9.336.029,11 €	10.755.212,85 €	11.161.420,25 €	11.831.105,47 €
Costes de escala										
Evolución tasa mercancía			1,57 €	1,66 €	1,71 €	1,83 €	1,76 €	1,83 €	1,96 €	2,03 €
Costes tasa de la mercancía			1.125.992,41 €	1.234.267,84 €	1.393.456,74 €	1.484.031,43 €	1.467.305,53 €	1.661.512,69 €	1.832.246,23 €	1.901.871,59 €
Evolución tasa del buque			0,98 €	1,04 €	1,07 €	1,14 €	1,11 €	1,15 €	1,23 €	1,27 €
Costes tasa del buque			5.114,57 €	5.390,75 €	5.584,82 €	5.947,83 €	5.745,61 €	5.958,20 €	6.369,31 €	6.611,34 €
Total costes de escala			1.131.107,96 €	1.239.659,63 €	1.399.042,64 €	1.489.980,41 €	1.473.052,24 €	1.667.472,03 €	1.838.616,77 €	1.908.484,21 €
TOTAL Gastos variables directos			9.477.753,56 €	10.180.586,39 €	10.801.344,15 €	10.845.270,41 €	10.809.081,35 €	12.422.684,88 €	13.000.037,02 €	13.739.589,68 €
GASTOS OPERATIVOS ANUALES			11.260.439,98 €	12.032.031,94 €	12.719.103,76 €	13.721.077,05 €	12.853.122,17 €	14.535.666,49 €	15.189.895,47 €	16.985.012,07 €

### **9.5. Cash Flow del proyecto.**

Bajo una perspectiva financiera, el Cash Flow trata de dar respuesta a la pregunta sobre cual es la capacidad que tiene una empresa de generar liquidez a través de diversas fuentes y para hacer frente a diversos pagos.

A continuación se presentan los cálculos de Cash Flow del proyecto, sin financiar y financiado.

El período de recuperación de la inversión debería estar entre 4 y 5 años, como podemos observar, en nuestro caso es de 4 años.

## Cash Flow:

Conceptos \ Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Evolución precio flete</b>			69,10 €	72,83 €	75,46 €	80,36 €	77,63 €	80,50 €	86,05 €	89,32 €
<b>Ventas</b>			49.543.666,07 €	54.307.785,00 €	61.312.096,76 €	65.297.383,05 €	64.561.443,13 €	73.106.558,28 €	80.618.834,30 €	83.682.350,00 €
<b>Costes Variables</b>	0,00 €	0,00 €	7.808.424,44 €	8.392.401,04 €	8.920.883,85 €	8.974.212,41 €	8.941.875,53 €	10.271.642,31 €	10.767.752,97 €	11.373.368,58 €
<b>Margen de contribución</b>	0,00 €	0,00 €	41.735.241,63 €	45.915.383,96 €	52.391.212,91 €	56.323.170,64 €	55.619.567,60 €	62.834.915,97 €	69.851.081,32 €	72.308.981,42 €
<b>Costes Fijos desembolsables</b>	0,00 €	0,00 €	2.561.308,52 €	2.672.113,24 €	2.767.971,34 €	3.781.282,13 €	2.918.730,14 €	3.020.034,45 €	3.159.497,92 €	4.251.908,17 €
<b>Amortización</b>			4.861.061,54 €	4.861.061,54 €	4.861.061,54 €	4.861.061,54 €	4.861.061,54 €	4.861.061,54 €	4.861.061,54 €	4.861.061,54 €
<b>Beneficio antes de Impuestos</b>	0,00 €	0,00 €	34.312.871,58 €	38.382.209,18 €	44.762.180,03 €	47.680.826,97 €	47.839.775,92 €	54.953.819,98 €	61.830.521,86 €	63.196.011,71 €
<b>Impuestos</b>			10.293.861,47 €	11.514.662,75 €	13.428.654,01 €	14.304.248,09 €	14.351.932,78 €	16.486.145,99 €	18.549.156,56 €	18.958.803,51 €
<b>Beneficio después de Impuestos</b>			24.019.010,10 €	26.867.546,43 €	31.333.526,02 €	33.376.578,88 €	33.487.843,15 €	38.467.673,99 €	43.281.365,31 €	44.237.208,19 €
<b>CASH FLOW OPERATIVO</b>			28.880.071,64 €	31.728.607,97 €	36.194.587,56 €	38.237.640,42 €	38.348.904,68 €	43.328.735,53 €	48.142.426,84 €	49.098.269,73 €
<b>CASH FLOW EXTRAOPERATIVO</b>	-16.666.496,70 €	-22.221.995,60 €	-20.002.413,02 €	-331.623,01 €	-534.158,28 €	-465.039,24 €	166.579,21 €	-535.531,47 €	-589.294,95 €	22.291.480,76 €
<b>CASH FLOW TOTAL</b>	-16.666.496,70 €	-22.221.995,60 €	8.877.658,62 €	31.396.984,95 €	35.660.429,29 €	37.772.601,18 €	38.515.483,89 €	42.793.204,06 €	47.553.131,89 €	71.389.750,50 €
<b>PUNTO MUERTO</b>			18%	16%	15%	15%	14%	13%	11%	13%
<b>TIR</b>	54%									
<b>VAN ACUMULADO</b>	-16.666.496,70 €	-36.868.310,88 €	-29.531.402,93 €	-5.942.383,44 €	18.414.169,59 €	41.867.983,09 €	63.608.969,65 €	85.568.649,71 €	107.752.536,69 €	138.028.759,86 €
<b>VAN</b>	138.028.759,86 €									
<b>PERÍODO DE RECUPERACIÓN</b>	4	años								

Cash Flow financiado:

Conceptos \ Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Evolución precio flete</b>			69,10 €	72,83 €	75,46 €	80,36 €	77,63 €	80,50 €	86,05 €	89,32 €
<b>Ventas</b>			49.543.666,07 €	54.307.785,00 €	61.312.096,76 €	65.297.383,05 €	64.561.443,13 €	73.106.558,28 €	80.618.834,30 €	83.682.350,00 €
<b>Costes variables</b>	0,00 €	0,00 €	7.808.424,44 €	8.392.401,04 €	8.920.883,85 €	8.974.212,41 €	8.941.875,53 €	10.271.642,31 €	10.767.752,97 €	11.373.368,58 €
<b>Margen de contribución</b>	0,00 €	0,00 €	41.735.241,63 €	45.915.383,96 €	52.391.212,91 €	56.323.170,64 €	55.619.567,60 €	62.834.915,97 €	69.851.081,32 €	72.308.981,42 €
<b>Costes fijos desembolsables</b>	0,00 €	0,00 €	2.561.308,52 €	2.672.113,24 €	2.767.971,34 €	3.781.282,13 €	2.918.730,14 €	3.020.034,45 €	3.159.497,92 €	4.251.908,17 €
<b>Amortización</b>			4.861.061,54 €	4.861.061,54 €	4.861.061,54 €	4.861.061,54 €	4.861.061,54 €	4.861.061,54 €	4.861.061,54 €	4.861.061,54 €
<b>Intereses</b>	0,00 €	0,00 €	2.666.639,47 €	2.434.582,55 €	2.188.602,20 €	1.927.863,04 €	1.651.479,53 €	1.358.513,00 €	1.047.968,49 €	718.791,30 €
<b>Beneficio antes de impuestos</b>	0,00 €	0,00 €	31.646.232,10 €	35.947.626,64 €	42.573.577,83 €	45.752.963,93 €	46.188.296,39 €	53.595.306,98 €	60.782.553,38 €	62.477.220,40 €
<b>Impuestos</b>			9.493.869,63 €	10.784.287,99 €	12.772.073,35 €	13.725.889,18 €	13.856.488,92 €	16.078.592,09 €	18.234.766,01 €	18.743.166,12 €
<b>Beneficio después de impuestos</b>			22.152.362,47 €	25.163.338,65 €	29.801.504,48 €	32.027.074,75 €	32.331.807,48 €	37.516.714,89 €	42.547.787,36 €	43.734.054,28 €
<b>CASH FLOW OPERATIVO</b>			27.013.424,01 €	30.024.400,18 €	34.662.566,02 €	36.888.136,29 €	37.192.869,01 €	42.377.776,42 €	47.408.848,90 €	48.595.115,82 €
<b>CASH FLOW EXTRAOPERATIVO</b>	-16.666.496,70 €	-22.221.995,60 €	-20.002.413,02 €	-331.623,01 €	-534.158,28 €	-465.039,24 €	166.579,21 €	-535.531,47 €	-589.294,95 €	22.291.480,76 €
<b>CASH FLOW TOTAL</b>	-16.666.496,70 €	-22.221.995,60 €	7.011.010,99 €	29.692.777,17 €	34.128.407,74 €	36.423.097,05 €	37.359.448,22 €	41.842.244,95 €	46.819.553,95 €	70.886.596,58 €
<b>Capital aportado</b>	-5.555.498,90 €									
<b>Tasa VAN proyecto financiado</b>	5%									
<b>TIR</b>	52%									
<b>PUNTO MUERTO</b>			18%	16%	15%	15%	14%	13%	11%	13%
<b>VAN ACUMULADO</b>	-16.666.496,70 €	-36.868.310,88 €	-31.074.086,93 €	-8.765.463,96 €	14.544.697,74 €	37.160.575,35 €	58.249.009,91 €	79.720.697,60 €	101.562.365,05 €	131.625.201,84 €
<b>VAN</b>	180.316.725,54 €									
<b>PERÍODO DE RECUPERACIÓN</b>	4	años								

## 10. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Fernando Junco Ocampo; “*Proyectos de Buques y Artefactos. Criterios de Evaluación Técnica y Económica del Proyecto de un Buque*”. Ferrol: Escuela Politécnica Superior, Universidad de A Coruña, 2003.
- [2] *El transporte Marítimo*. Informe de la secretaría de la UNCTAD. 2012.
- [3] *Información Básica Sobre la Evolución del Tráfico Marítimo y de la Construcción Naval*. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. 2010.